



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Análisis del uso de ceniza de totora en la estabilización de la subrasante en la trocha carrozable Ccota-Quipata, Puno, 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL

**AUTOR:**

Chayña Pineda, Rene Hugo (orcid.org/0000-0003-1866-0587)

**ASESOR:**

Mg. Benavente León, Christian (orcid.org/0000-0003-2416-4301)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Económico, Empleo y Emprendimiento

**LIMA – PERÚ**

**2022**

### **Dedicatoria**

Primeramente, Dios, porque siempre está conmigo, A mis padres Francisco y María, a mis hermanas Clotilde y Silvia, a mi hermano Abraham y demás seres queridos que, aunque ya no están conmigo fueron muy importantes para mí, y sé que me acompañaran en los nuevos retos que se vienen.

### **Agradecimiento**

A Dios, que me a tenido paciencia a mis hermanas Clorinda, Norma, Nilda, Sonia, a mis cuñados, sobrinas y sobrinos que siempre están al pendiente, a mi esposa Yessenia, a mis hijas Leiya y Padme que son el incentivo para seguir para adelante. A La Universidad Cesar Vallejo que me permite ser un profesional y finalmente a todas mis amistades que han sido parte de mi vida y lo siguen siendo.

**Rene Hugo Chayña Pineda**

## Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice .....	iv
Índice de tablas.....	iv
Índice de figuras.....	vi
Resumen .....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	23
3.1. Investigación Aplicada .....	23
3.2. Población y muestra.....	24
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección.....	25
3.4. Validez y Confiabilidad del instrumento.....	25
3.5. Procedimientos .....	25
IV. RESULTADOS.....	27
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	56
CONCLUSIONES .....	58
RECOMENDACIONES .....	60
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	61

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Clasificación de suelos según tamaños .....	13
<b>Tabla 2.</b> Diferencias entre suelos gruesos y suelos finos. ....	14
<b>Tabla 3.</b> Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo .....	16
<b>Tabla 4.</b> Tamices y aberturas para análisis granulométrico .....	16
<b>Tabla 5.</b> Composición química de la totora.....	21

<b>Tabla 6.</b>	Granulometría de la progresiva del km 00+450 .....	31
<b>Tabla 7.</b>	Granulometría de la progresiva del km 01+500 .....	32
<b>Tabla 8.</b>	Granulometría de la progresiva del km 02+450 .....	33
<b>Tabla 9.</b>	Contenido de humedad natural.....	34
<b>Tabla 10.</b>	Límites de consistencia en estado natural .....	35
<b>Tabla 11.</b>	Proctor modificado en estado natural .....	36
<b>Tabla 12.</b>	Valor relativo de soporte (CBR) en estado natural.....	38
<b>Tabla 13.</b>	Granulometría del S.N. + 4% de ceniza de totora.....	41
<b>Tabla 14.</b>	Granulometría del S.N. + 8% de ceniza de totora.....	42
<b>Tabla 15.</b>	Granulometría del S.N. + 12% de ceniza de totora .....	43
<b>Tabla 16.</b>	Granulometría del S.N. + 16% de ceniza de totora .....	44
<b>Tabla 17.</b>	Contenido de humedad natural.....	45
<b>Tabla 18.</b>	Límites de consistencia con las dosificaciones .....	47
<b>Tabla 19.</b>	Proctor modificado con las dosificaciones .....	48
<b>Tabla 20.</b>	Valor relativo de soporte (CBR) con las dosificaciones.....	51
<b>Tabla 21.</b>	Producción de Totora en el lago Titicaca .....	54
<b>Tabla 22.</b>	Costos de producción de Ceniza de Totora .....	54
<b>Tabla 23.</b>	Costos unitarios con concreto (Cemento Portland tipo I) .....	55
<b>Tabla 24.</b>	Costos unitarios con ceniza de totora .....	55

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b>	Copa de Casagrande ASTM D4318 .....	15
<b>Figura 2.</b>	Procedimiento del ensayo de proctor modificado.....	17
<b>Figura 3.</b>	Molde CBR y contrapesos .....	18
<b>Figura 4.</b>	Tamizado del suelo por todas las mallas. ....	19
<b>Figura 5.</b>	Total en el Lago Titicaca.....	21
<b>Figura 6.</b>	Tamaños de cenizas.....	22
<b>Figura 7.</b>	Modelo de tratamiento. ....	23
<b>Figura 8.</b>	Ubicación geográfica .....	27
<b>Figura 9.</b>	Excavación de calicatas .....	28
<b>Figura 10.</b>	Quema de totora para la obtención de ceniza. ....	28
<b>Figura 11.</b>	Ensayo de análisis granulométrico .....	29
<b>Figura 12.</b>	Determinación de los límites de consistencia (Límites de atterberg) .....	29
<b>Figura 13.</b>	Ensayo Proctor modificado.....	30
<b>Figura 14.</b>	Ensayo de CBR.....	30
<b>Figura 15.</b>	Curva granulométrica de la progresiva del km 00+450 .....	32
<b>Figura 16.</b>	Curva granulométrica de la progresiva del km 01+500 .....	33
<b>Figura 17.</b>	Curva granulométrica de la progresiva del km 02+450 .....	34
<b>Figura 18.</b>	Contenido de humedad natural .....	35
<b>Figura 19.</b>	Límites de consistencia en estado natural .....	36
<b>Figura 20.</b>	Proctor modificado de la calicata 01 .....	37
<b>Figura 21.</b>	Proctor modificado de la calicata 02 .....	37
<b>Figura 22.</b>	Proctor modificado de la calicata 03 .....	37
<b>Figura 23.</b>	Proctor modificado en estado natural .....	38
<b>Figura 24.</b>	Valor relativo de soporte (CBR) de la calicata 01 .....	39
<b>Figura 25.</b>	Valor relativo de soporte (CBR) de la calicata 02 .....	39

<b>Figura 26.</b>	Valor relativo de soporte (CBR) de la calicata 03 .....	40
<b>Figura 27.</b>	Valor relativo de soporte (CBR) en estado natural.....	40
<b>Figura 28.</b>	Curva granulométrica con la incorporación del 4.0% .....	41
<b>Figura 29.</b>	Curva granulométrica con la incorporación del 8.0% .....	42
<b>Figura 30.</b>	Curva granulométrica con la incorporación del 12%.....	44
<b>Figura 31.</b>	Curva granulométrica con la incorporación del 16%.....	45
<b>Figura 32.</b>	Contenido de humedad con las dosificaciones .....	46
<b>Figura 33.</b>	Límites de consistencia en estado natural .....	47
<b>Figura 34.</b>	Proctor modificado del SN + 4% de ceniza de totora .....	48
<b>Figura 35.</b>	Proctor modificado del SN + 8% de ceniza de totora .....	49
<b>Figura 36.</b>	Proctor modificado del SN + 12% de ceniza de totora .....	49
<b>Figura 37.</b>	Proctor modificado del SN + 16% de ceniza de totora .....	50
<b>Figura 38.</b>	Proctor modificado con las dosificaciones .....	50
<b>Figura 39.</b>	CBR del SN + 4% ceniza de totora.....	51
<b>Figura 40.</b>	CBR del SN + 8% ceniza de totora.....	52
<b>Figura 41.</b>	CBR del SN + 12% ceniza de totora.....	52
<b>Figura 42.</b>	CBR del SN + 16% ceniza de totora.....	52
<b>Figura 43.</b>	Valor relativo de soporte (CBR) en estado natural.....	53

## Índice de abreviaturas

SUCS : Sistema Unificado de Clasificación de suelos

AASTHO: American Association of State Highway and Transportation Officials

CBR : California Bearing Ratio

LL : Límite líquido

LP : Límite plástico

IP : Índice de plasticidad

OCH : Contenido Optimo de Humedad

DMS : Densidad Máxima Seca

SN : Suelo Natural

OCH : Contenido Optimo de Humedad

MTC : Ministerio de transportes y comunicaciones



## Resumen

La investigación titulada “Estabilización de suelos a nivel de subrasante con ceniza de totora en la trocha carrozable Ccota-Quipata, Puno, 2022” tiene como finalidad principal analizar la incorporación de cenizas de totora en la estabilización de suelos de la sub rasante en la trocha carrozable, con las dosificaciones de 4%, 8%, 12% y 16%, con ello mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, por ello, se realiza diversas pruebas como granulometría para su respectivo clasificación, contenido de humedad, límites de consistencia, compactación relacionado a la máxima densidad seca y al contenido de humedad optimo y finalmente por la capacidad de soporte que existe.

La metodología empleada fue de diseño cuasi experimental, carácter cuantitativo, nivel explicativo y tipo aplicada. Para la investigación se obtuvo muestras de 03 calicatas, con progresivas 00+450 (calicata 01), 01+500 (calicata 02) y 02+500 (calicata 03), siendo este último el más crítico, es por ello, las combinaciones se realizan con estas muestras. Se obtuvo que la mejor dosificación fue incorporando 16% de ceniza de totora ya que mejora propiedades físicas y mecánicas, más aún la capacidad de soporte de suelo a nivel de subrasante, además se realizó las pruebas estadísticas para el contraste de resultados.

Palabras clave: Subrasante, propiedades físicas y mecánicas, ceniza de totora, costos.

## **Abstract**

The research entitled "Soil stabilization at the subgrade level with totora ash on the Ccota-Quipata, Puno, 2022" carriageway has as its main purpose to analyze the incorporation of totora ash in the soil stabilization of the subgrade on the trail bodywork, with the dosages of 4%, 8%, 12% and 16%, thereby improving the physical and mechanical properties of the subgrade, for this reason, various tests are carried out such as granulometry for their respective classification, moisture content, limits of consistency, compaction related to the maximum dry density and optimum moisture content and finally by the support capacity that exists.

The methodology used was quasi experimental design, quantitative character, explanatory level and applied type. For the investigation, samples of 03 pits were obtained, with progressives 00+450 (pit 01), 01+500 (pit 02) and 02+500 (pit 03), the latter being the most critical, which is why the combinations are made with these samples. It was obtained that the best dosage was incorporating 16% of totora ash since it improves physical and mechanical properties, even more so the support capacity of the soil at the subgrade level. In addition, statistical tests were carried out to contrast results.

Keywords: Subgrade, physical and mechanical properties, totora ash, costs.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **Planteamiento del Problema**

Los terrenos en los que se va a construir generalmente no tienen condiciones apropiadas para soportar el tránsito de vehículos, situación que se ha tenido desde la antigüedad donde los caminos que se construían se encontraban en malas condiciones debido al tránsito, a los factores climáticos, entonces se hizo necesario dar soluciones a este gran problema y buscar la mejorar la calidad de los caminos. En Latinoamérica y más en Perú, se da un problema serio en cuanto a vías, ya que por sus costos hace que la construcción de una carretera sea alta, y un país que tenga una deficiencia en cuanto a esto, necesita contar con una buena red vial ya que es fundamental para su desarrollo y crecimiento. Entonces, una alternativa que se está desarrollando es la utilización de diferentes técnicas y materiales para poder tener una vía que pueda garantizar un buen tránsito de personas y carga. En el Perú, el MTC contempla la estabilización de suelos con un agente externo, a fin del mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas del suelo, según la normatividad vigente, sin embargo, el alto costo de estos agentes hace que se busquen alternativas que suplan a los estabilizadores recomendados y puedan hacer posible la construcción de una carretera. En el departamento de Puno, así como en todo el país, se viene impulsando la construcción de carreteras, su mantenimiento y en algunos casos su mejoramiento, y en donde los factores climáticos propias de la zona, la altura y los suelos que no presentan propiedades físicas y mecánicas óptimas, sea un problema latente, que hace que haya una necesidad de buscar alternativas de estabilizadores de suelo que puedan darle mayor capacidad de carga al suelo; y en este caso a la subrasante.

En el presente proyecto, buscamos una solución a este problema, estabilizaremos los suelos con cenizas de totora, la totora es un vegetal acuático existente en el lago Titicaca conformando totorales y que, por ser un recurso renovable, es utilizado como abono, forraje, artesanías, construcción de balsas y alimentación, utilizándolo con la moderación y respetando su medio ambiente, servirá para poder realizar este proyecto.

Además, conoceremos los tipos de suelo en el que se desarrollara el trabajo, y si se vuelven estables o no con la adición de cenizas de totora, ya que se busca optimizar el servicio de la carretera. Finalmente, este proyecto busca ser parte de un desarrollo sostenible, pues su propósito es aportar a la sociedad, a la economía y principalmente al medio ambiente.

La investigación propone un mejoramiento de la sub rasante en la trocha carrozable que une los centros poblados de Ccota con Quipata, incorporando cenizas de Totoras, como un agente estabilizador y evaluar su influencia en las propiedades de la sub rasante, teniendo como problema general: ¿Cómo repercute la incorporación de cenizas de totora en la estabilización de suelos de la subrasante en la trocha carrozable Ccota – Quipata, Puno 2022? y como problemas específicos: ¿Cómo repercute la incorporación de cenizas de totora en las propiedades físicas de la subrasante de la trocha carrozable Ccota – Quipata, Puno 2022?, ¿Cómo repercute la incorporación de ceniza de totora en las propiedades mecánicas de la subrasante de la trocha carrozable Ccota – Quipata, Puno 2022?, ¿Cómo repercute en el costo la aplicación de cenizas de totora en la estabilización de suelos de la subrasante de la trocha carrozable Ccota – Quipata, Puno 2022?

Como sabemos, una carretera en general, proporcionan a las personas el poder trasladarse a cualquier lugar donde exista una vía, permite también el transporte de mercaderías, productos de la zona, y esto es importante, porque tanto las personas, sus mercaderías y sus productos lleguen a su tiempo y a su destino final. Es por ese motivo, que es justificado esta investigación ya que la existencia de carreteras y en este caso la trocha carrozable Ccota – Quipata es muy necesaria para elevar la economía local, y de esta forma se fomentara el desarrollo de actividades productivas. Esta investigación se argumenta técnicamente en el desarrollo de la investigación, en cuanto a la utilización de las cenizas de totora, se realizarán trabajo de campo y trabajos en laboratorio ya que la finalidad es mejorar las características físico mecánicas del suelo para la subrasante, utilizando la normatividad vigente para mejorar la sub rasante (MTC). El motivo que busca esta investigación, es que la sociedad cuente con vías que estén en buen estado a fin de favorecer a un buen tránsito de personas que lo utilizaran para ir a trabajar, para hacer turismo, para comercializar entre otras actividades propias de la sociedad

humana, además del transporte de mercaderías y productos locales. La justificación teórica radica en que se debe tener el conocimiento necesario sobre una adecuada utilización de los agentes estabilizadores de la superficie para mejorar las características físico mecánicas. Con esto, se busca disminuir asentamientos, contracciones y expansiones de los suelos, aumentando la resistencia de suelos, además de ser una alternativa para la disminución de costos con la inclusión de las cenizas de totora. Este trabajo de investigación tiene que seguir procedimientos metodológicos de investigación cumpliendo con los estándares que así lo requiere, se usara un método científico y es de carácter cuasi experimental, porque se propone una nueva alternativa para poder establecer procedimientos que cumplan con la normatividad vigente de nuestro país, y por consiguiente ver resultados confiables que sirvan para desarrollar proyectos similares en infraestructura vial del departamento de Puno.

Resulta necesario proponer un objetivo general: Analizar la incorporación de cenizas de totora en la estabilización de suelos de la sub rasante en la trocha carrozable Ccota – Quipata, Puno 2022 y objetivos específicos: Analizar la incorporación de cenizas de totora en las propiedades físicas de la sub rasante de la trocha carrozable Ccota – Quipata. Puno 2022. Analizar la incorporación de ceniza de totora en las propiedades mecánicas de la sub rasante de la trocha carrozable Ccota – Quipata. Puno 2022. Analizar el costo de la aplicación de cenizas de totora en la estabilización de suelos de la subrasante de la trocha carrozable Ccota – Quipata. Puno 2022.

Por último, se tiene como hipótesis general: Con la incorporación de ceniza de totora se podrá establecer la estabilización de suelos de la sub rasante en la trocha carrozable Ccota – Quipata. Puno 2022 y como hipótesis específicas: La incorporación de ceniza de totora ayudara a fortalecer las propiedades físicas de la sub rasante de la trocha carrozable Ccota – Quipata. Puno 2022, La incorporación de ceniza de totora ayudara a fortalecer las propiedades mecánicas de la sub rasante de la trocha carrozable Ccota – Quipata. Puno 2022 y El costo de la aplicación de ceniza de totora en la estabilización de suelos de la subrasante será beneficioso para la trocha carrozable Ccota – Quipata. Puno 2022.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **Antecedentes**

A continuación, presentamos investigaciones desde el campo internacional y nacional que están relacionados con el problema de investigación.

### **Nacionales**

Espino (2021), realizó una investigación acerca de la incorporación de la ceniza de madera para estabilizar suelos arcillosos, cuya finalidad fue la determinación de la influencia del material orgánica para estabilizar el suelo arcilloso. El método empleado fue de tipo aplicado, nivel explicado, diseño experimentativo y enfoque cuantitativo. Como resultado obtuvo que la ceniza influyó positivamente en estabilizar el suelo, con ello, concluye que la ceniza orgánica mejora considerablemente las características del suelo.

Terrones (2018), realizó una investigación para estabilizar suelos arcillosos-limosos a través de la adición de ceniza de bagazo de caña, con dosificaciones de 5, 10, 15%. El método empleado fue de tipo aplicado, nivel explicativo, diseño experimentativo y enfoque cuantitativo, se realizaron 36 muestras y con los resultados se obtuvo que el 15% de ceniza de bagazo de caña desempeña con los requerimientos mínimos proporcionados por el manual del MTC, ya que se obtuvo una resistencia de 150,60 KPa y resistencia de 23.67%. Concluye que la ceniza de bagazo de caña de azúcar mejorando las características de la superficie, como así el proceso de construcción vial, y por ser un residuo de un material orgánico, el costo es menor.

Gavancho y Quinte (2021), realizaron una investigación cuya finalidad fue la determinación de la influencia de la ceniza de eucalipto para la estabilización de la subrasante. El método empleado fue de tipo aplicado, nivel explicativo, diseño experimentativo y enfoque cuantitativo. Los resultados fueron: suelo + 10%CE aumenta la MDS en 10.45% y disminuye el IP 54.97%, incrementa el CBR en 385.14% y MR en 157.94%. Concluyeron que adicionar ceniza de eucalipto mejorando las características de la subrasante.

Capuñay y Pastor (2020), realizaron una investigación cuya finalidad fue la determinación de las propiedades físico mecánicas del suelo con la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar en dosificaciones del 45%, 35% y 25%. El método empleado fue de tipo aplicado, nivel explicativo, diseño experimental y enfoque cuantitativo, existe una variación en el CBR y contenido de humedad. Como resultado obtuvo que la dosificación de 35% de la ceniza el CBR fue 17.91%, OCH de 8.07%, MDS 1752 kg/cm<sup>2</sup>, estos valores para arenas mal graduada, para una dosificación de 45% de arena limosa el CBR fue 15.80% y para limo orgánico el CBR 12.59%. Concluyendo que la ceniza de bagazo de caña de azúcar mejora las características de la sub-rasante.

Galvez y Santoyo (2019), realizaron una investigación para estabilizar suelos cohesivos cuya finalidad fue la influencia de ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de las características del suelo. La metodología empleada fue de tipo aplicado, nivel explicativo, diseño experimental y enfoque cuantitativo, donde obtuvieron como resultado que emplearon dosificaciones del 3%, 10% y 15%, donde la resistencia con la primera dosificación fue 6.68%, con la segunda 10.93% y la tercera 13.77%, concluyendo que la adición de la ceniza de cascara de arroz resulta mejorar las propiedades del suelo.

### **Internacionales**

Camelo y Gonzales (2021), realizaron una investigación cuya finalidad fue la evaluación de las características resiliente de la subrasante para estabilizar con ceniza volante para la pavimentación flexible tradicional. El método fue de tipo aplicado, nivel explicativo, diseño experimental y enfoque cuantitativo, de acuerdo a los resultados obtenidos, concluyen que las cenizas volátiles mejoran las características físico mecánicas del pavimento flexible.

Andaluz (2022), desarrolló una investigación para evaluar las propiedades físico mecánicas de suelos finos con la incorporación de ceniza de cascara de arroz. El método empleado fue de tipo aplicado, nivel explicativo, diseño experimental y enfoque cuantitativo, donde los resultados se obtuvieron de las pruebas del CBR, proctor modificado, límites de consistencia, gravedad específica, granulometría y contenido de humedad. Concluye que la adición de ceniza de cáscara de arroz

mejora las características de los suelos finos, considerando las dosificaciones empleadas.

Laguna y Chacon (2020), realizaron una investigación cuyo propósito fue el comportamiento de la resistencia comparativa para estabilizar los suelos con ceniza de cascara de arroz y ceniza de cascara de café con las dosificaciones de 4, 10 y 12%. El método empleado fue de tipo aplicado, nivel explicativo, diseño experimental y enfoque cuantitativo, como resultado se hicieron ensayos de laboratorio como proctor, CBR, MR, RCI y Triaxial, con ello concluye que las cenizas mejoran eficientemente las propiedades del suelo.

Morales (2015), realizó una investigación con el propósito de determinar, estimar y evaluar las características mecánicas del suelo con la incorporación de cenizas de carbón empleando dosificaciones como 7, 14 y 21%, con ello se realizó la comparación para determinar cuál es la mejor. El método empleado fue de tipo aplicado, nivel explicativo. Como resultado encontró que la ceniza orgánica mezclada con suelos arcillosos y arenosos mejora las características del suelo y, además, emplear el tamiz N°100, ayuda a que la mezcla sea más cementante.

Ramos y Quintero (2017), realizaron una investigación para disminuir la expansión de suelos arcillosos para el mejoramiento de índice de correlación. El método empleado fue de tipo aplicado, nivel explicativo, diseño experimental y enfoque cuantitativo. Como resultado obtuvieron que el IP de suelo A0C0 se redujo a 81.41% con la adición del 6% de ceniza de arroz, 72.9% con la adición de ceniza volátil A6C30, la resistencia aumento en 17 KPa para la combinación A6C30, la cohesión aumentó 4.91 KPa, el ángulo friccionado aumentó 0.51°. Concluyendo que las dosificaciones mejoran positivamente las características físico mecánicas de suelos de arcilla.

### **Revistas Científicas**

Quispe (2022) desarrolló una investigación para estabilizar de los suelos expansivos con ceniza de mazorca de maíz cuyo objetivo fue mejorar los suelos expansivos empleando la ceniza de mazorca de maíz, la metodología fue con diseño experimental y enfoque cuantitativo, además, empezó una revisión bibliográfica, muestreo de campo y ejecución de ensayos de suelos y análisis de



resultados. Con la adición de ceniza de mazorca de maíz mejora el comportamiento no plástico del suelo reduciendo la plasticidad en 04.06%. A través de los ensayos, se concluye que la capacidad portante del suelo duplica el valor inicial.

Goñas y Saldaña (2020) en la revista científica UNTR realizaron una investigación para estabilizar los suelos con la ceniza de carbón para la subrasante, cuya finalidad fue evaluar la influencia de la ceniza de carbón para el mejoramiento de las propiedades físico mecánicas del suelo. La metodología fue con diseño experimentativo y enfoque cuantitativo, en los resultados menciona que hubo dosificaciones con 15%, 20% y 25% los cuales se empleó para los ensayos de límites, compactación, y CBR. Concluyeron que las cenizas de carbón optimizan la resistencia del suelo de tipología OH y CH, pero para el manual de carreteras no cumple los requisitos mínimos.

Prasad y Kumur (2022) realizaron una investigación para la eliminación de metales pesados mediante humedales construidos se está convirtiendo en la tecnología más eficiente y ecológica del mundo donde las plantas se utilizan en la fitorremediación para degradar, estabilizar y eliminar los contaminantes de los suelos, el agua y los desechos. Además, estos ladrillos se utilizan para que los CW vean la eficiencia en la eliminación de la contaminación por metales pesados. Los resultados encontraron que las altas tasas de remoción de Cu-96%, Zn-95 %, Fe-93% y Cr-91% y el alto potencial para la eliminación de metales pesados y puede ser muy utilizado para aguas residuales industriales. El uso de plantas ornamentales para la fitorremediación de aguas residuales contaminadas también cambiaría el paisaje del medio acuático. Este estudio resume las vías viables en el método de uso de biomasa vegetal de fitorremediación para la protección ambiental y la gestión ambiental sostenible.

Sabri y Shashkin (2020) realizaron una investigación a cerca de las propiedades mecánicas de la resina de poliuretano expandible en función de su naturaleza de expansión volumétrica. La revista demuestra los resultados de un experimento de laboratorio que se llevó a cabo para investigar las propiedades mecánicas de una resina de poliuretano expandible que consta de dos componentes en función de sus relaciones de expansión volumétrica controladas por la cantidad de resina inyectable. La densidad de la resina ganada para cada relación de expansión se ha obtenido y dado en este

artículo. Se incorporan los diagramas de tensión-deformación de la resina para varias densidades y relaciones de expansión. Se interpretaron los resultados y se estableció e introdujo la relación resistencia-densidad de la resina.

Nagasreenivasu et al. (2020) realizaron una investigación experimentativo para la evaluación efectiva en la estabilización con cal con suavizado previo a la compactación en la estabilización de seis suelos diferentes con alto contenido de sulfato. Se desarrollaron dos metodologías de predicción del oleaje, una basada en el contenido de sulfato consumido y otra basada en la relación de vacíos de compactación de los suelos tratados. Ambos métodos se basan en principios estequiométricos con relaciones masa-volumen de reacciones químicas. Los resultados mostraron que las predicciones del método basado en el contenido de sulfato no estaban de acuerdo con los datos medidos, mientras que el método basado en la relación de vacíos proporcionó mejores predicciones de la tensión del oleaje. La mejor predicción con este método se atribuyó a la consideración del crecimiento de cristales de etringita dentro del espacio vacío de los suelos tratados. Se describió la implementación potencial de este método para evaluar los tratamientos químicos de suelos con alto contenido de sulfato para una estabilización efectiva.

Rintu et al. (2020) realizaron una investigación de los estabilizadores de suelo a base de enzimas se han empleado con el éxito de aplicaciones terrestres durante los últimos 30 años. Sin embargo, la aplicación exitosa de un aditivo enzimático dado es específica de cada caso y depende del tipo de superficie, la condición del suelo y las cargas operativas. Como resultado, los contratistas incurren en un costo sustancial en términos de tiempo y dinero para las pruebas de laboratorio preliminares, que pueden determinar las proporciones de mezcla adecuadas para utilizar en la aplicación de campo. El mecanismo identificado ha facilitado la mejora significativa de la eficiencia de la estabilización del suelo basada en enzimas en comparación con la resistencia del suelo no estabilizado. La investigación beneficiará sustancialmente a la industria de la construcción de carreteras al no solo reemplazar los métodos de construcción tradicionales con enfoques económicos/confiables.

Nilo et al. (2020) realizaron una investigación en la búsqueda de soluciones innovadoras que reduzcan la necesidad de explotación de los recursos naturales y aprovechen los residuos para producir materiales de construcción alternativos es una necesidad. La cal viva de cáscara de huevo (EQL) y la cal hidratada de cáscara de huevo (EHL) se caracterizaron por sus propiedades físicas (distribución del tamaño de grano, área de superficie específica, fotomicroscopía y espectroscopía de rayos X), mineralogía (difracción de rayos X y análisis termogravimétrico) y composición química (espectrometría de fluorescencia de rayos X). EQL y EHL consisten predominantemente en  $\text{CaO}$  e  $\text{Ca(OH)}_2$ , respectivamente. El aumento de la cantidad de cal viva/cal hidratada de cáscara de huevo resultó en el incremento de las características mecánicas de la mezcla, como la resistencia y la rigidez. En general, los resultados muestran que tanto EQL como EHL conservan excelentes características físicas, mineralógicas y químicas adecuadas para la estabilización de suelos con un material puzolánico alternativo.

Arrieta et al. (2020) realizaron una investigación del desempeño del uso sostenible de polvo de vidrio reciclado (GP) en la mejora del suelo. Se utilizan tres pesos unitarios secos de moldeo ( $\gamma_d$ ), tres contenidos de cemento (C) entre 3% y 9% y tiempos de curado de 7, 28 y 90 días para estudiar la influencia del contenido de GP (es decir, 5%, 15 % y 30% en peso) y el índice  $\eta/\text{Civ}$  sobre  $q_u$  y pérdida de masa acumulada (ALM) de las mezclas compactadas. La mejora de la resistencia y la durabilidad a largo plazo se observan y se ajustan bien a una función de potencia que depende de la relación  $\eta/\text{Civ}$ . Cuando se aumentan  $\gamma_d$ , GP y C y se reduce la porosidad inicial ( $\eta$ ), aumentan la resistencia y la durabilidad de  $q_u$  para todos los contenidos de GP.

Zheng et al. (2020) realizaron una investigación de una nueva clase de nanopartículas de magnetita dispersada en poliacrilamida (PAM-MAG) y probó la eficacia para el inspeccionamiento simultáneo de la erosión del suelo y la lixiviación de arsénico de un suelo modelo. Se construyeron dos configuraciones de caja de prueba paralelas ( $L \times W \times H$ : 91,4 x 30,5 x 7,6 cm) para probar las liberaciones de sedimentos y contaminantes solubles del suelo superficial bajo condiciones de lluvia simuladas (intensidad = 11,15 cm/h). Los resultados indicaron que el tratamiento del suelo con 5,985 g/m<sup>2</sup> de PAM-MAG fue capaz de disminuir la

pérdida acumulada de masa del suelo en la escorrentía en un 90,8 % (de  $254,50 \pm 0,10$  ga  $23,35 \pm 3,19$  g), o la turbidez de la escorrentía en un 79,9 %. % (de  $244,5 \pm 27,5$  NTU a  $49,2 \pm 22,5$  NTU). El análisis reveló que el arseniato fue inmovilizado por nanopartículas de magnetita a través de la complejación de la superficie de la esfera interna (Fe-O-As). En general, la tecnología basada en PAM-MAG promete controlar simultáneamente la erosión del suelo y las liberaciones de metales/metaloides de la tierra alterada.

Sharma y Kumar (2020) realizaron una revisión que solo se ha considerado los geopolímeros derivados de residuos sólidos industriales. Efectos de diferentes parámetros de geopolímeros como diferentes porcentajes de mezcla (%), molaridad (M), temperatura (T), tiempo de curado (días), relación de activador alcalino (AA) y relación agua/aglutinante (w/b) en la geotécnica se han discutido las propiedades del suelo. Además, los estudios de análisis morfológico y microestructural muestran que la formación de compuestos de gel, silicato, calcita y aluminato C-S-H son los primordiales responsables para el mejoramiento de las características geotécnicas del suelo. Los suelos estabilizados con geopolímeros a base de residuos industriales tienen aplicaciones potenciales en el mejoramiento de suelos, subbase y capa base de pavimentos flexibles. Además, esta técnica de estabilización del suelo no solo utiliza los desechos sólidos industriales de una manera más útil, sino que también es muy rentable y ecológica.

Zorluer y Gucek (2020) realizaron una investigación del uso de residuos proporciona ventajas ambientales y económicas para este caso. Este estudio tiene como objetivo investigar la disponibilidad de residuos industriales para estabilizar de suelos. Se realizó una investigación experimental en muestras de suelo granular mezcladas con desechos industriales como polvo de mármol y granito, desechos de boro y cenizas volantes en diferentes proporciones. Cada mezcla utilizó dos materiales de desecho juntos. Las pruebas realizadas incluyeron congelación-descongelación, resistencia compresiva y relación de carga de California. Los resultados de la investigación presentan que la resistencia de una muestra depende de la proporción de aditivos, el período de curado y la cantidad de descongelación y congelación. En general, aumentaron con los materiales aditivos y los tiempos de curado. Después de la congelación y descongelación, la resistencia a la compresión

no confinada (excepto el polvo de granito) disminuyó, mientras que la pérdida de peso aumentó debido al aumento de los aditivos y al aumento de los ciclos de congelación y descongelación.

Kaneza et al. (2020) realizaron una investigación del módulo resiliente (MR) para determinar la MR de las subrasantes expansivas es fundamental debido a su alto potencial de dilatación y contracción. En esta investigación, se evaluaron en laboratorio la MR de suelos expansivos antes y después del tratamiento con LISS. El LISS utilizado está compuesto por ácido sulfúrico, ácido fosfórico, surfactante y agua. LISS se diluyó en agua para tratar suelos expansivos y los suelos se curaron durante 7 y 28 días. Los resultados experimentales de MR de suelos expansivos tratados con LISS se validaron comparándolos con los resultados del modelo M-EPDG y Ooi et al. (2004) modelo.

Tang y Nordfors (2020) realizaron una investigación que examina la actividad puzolánica de una SSA de una instalación local de tratamiento de aguas residuales, la Autoridad Regional de Control de Calidad del Agua del Condado de Delaware (DELCORA) ubicada en el sureste de Pensilvania. Luego se investigó el SSA para un posible uso para la estabilización de suelos blandos. Se utilizaron varias dosis de SSA (5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30%) para cuantificar la actividad puzolánica de las mezclas de mortero. Se encontró que el SSA era un material cementoso capaz en una dosis de hasta el 10%. Luego, el SSA se mezcló con arcilla de caolinita para investigar su potencial para la estabilización del suelo. Concluyeron que los ensayos de resistencia a la compresión no confinada en arcilla de caolinita de control y estabilizada con SSA.

Islam y Badhon (2020) realizaron una investigación para desarrollar un modelo matemático para predecir la contribución a la resistencia al corte por parte de la raíz del suelo con raíces de vetiver. Se encontró que la resistencia media a la tracción de la raíz de vetiver madura era de 27 MPa. Las medidas de resistencia al corte de la superficie con raíces de vetiver se determinaron mediante pruebas de resistencia al corte in situ. Se realizaron pruebas en el campo en 9 muestras de bloques bajo la misma carga normal a la misma profundidad del suelo usando un dispositivo especial desarrollado en el estudio. La resistencia al corte adicional para el suelo enraizado se determinó comparándola con la muestra desnuda. Con base en la

observación experimental, se desarrolló un modelo matemático ( $\Delta s = 5.14t R$ ) para predecir la resistencia al corte adicional del sistema suelo-raíz. Este modelo simple y directo proporcionará un medio conveniente para el análisis de estabilidad de taludes con vegetación.

Consoli et al. (2020) realizaron una investigación en la evaluación en el rendimiento de un suelo graduado mediante la incorporación de un aglutinante compuesto de cenizas volantes de carbón y cal hidratada. Para esto, se llevó a cabo pruebas de resistencia, rigidez y durabilidad en especímenes de suelo compactado-cenizas volantes de carbón-cal hidratada moldeados a diferentes porosidades y con distintos contenidos de cenizas volantes de carbón y cal hidratada. Los resultados de todas las pruebas mecánicas han mostrado la influencia significativa ejercida por la porosidad, seguida por el impacto relativamente menor de las cantidades de aglutinante (compuesto aquí por cal más cenizas volantes). Por lo tanto, se obtuvieron buenas correlaciones entre las variables de respuesta y el índice ajustado de porosidad/aglomerante ( $\eta/B0.28iv$ ). Además, se propone un enfoque innovador para reemplazar la laboriosa prueba de durabilidad.

Iqbal et al. (2020) realizaron una investigación donde se adoptó un enfoque de investigación multinivel mediante la realización de un estudio comparativo de la microespectroscopia a través de espectros infrarrojos transformados de Fourier (FTIR) para investigar la correlación de absorbancia máxima junto con investigaciones mecánicas (como la resistencia a la compresión, la prueba proctor modificada, la relación de carga de California prueba y prueba de porcentaje de hinchamiento). La muestra nativa de suelo con bajo contenido de plástico (CL) se mezcló con porcentajes variables de aditivos de petróleo (betún y aceite de motor usado) de forma independiente al 0 %, 4 %, 8 %, 12 %, 16 % y 20 %. La adición de betún en el suelo resultó en una disminución del coeficiente de permeabilidad ( $k$ ), mientras que UMO tiene un resultado significativo de hasta un 4%. Además, este trabajo de investigación experimental apoyó y fortaleció la idea de la estabilización de pavimentos de suelo mediante betún, que otorga estabilidad antiagua y facilita la construcción a bajo costo al obtener la materia prima en el lugar.

## Bases Teóricas

### Suelos

Son los sedimentos no consolidados, producidos de las alteraciones de las rocas y suelos que fueron transportados como agentes del viento, hielo y agua con ayuda de la gravedad, en algunos casos tiene materias orgánicas. Es un cuerpo natural desigual. (Duque Escobar & Escobasr Potes, 2002).

### Origen y formación de suelos

Originados en zonas rocosas existentes constituyentes por roca madre, que fue sometida a acciones ambientales de erosiones, que forman residuos y son arrastrados por la mezcla de la gravedad, agentes ambientales como viento, agua y más. Las últimas modificaciones, son el origen que culminará en convertirlos en elementos resistentes, sometidos a presiones y temperaturas, (Espinace Abarzúa & Sanhueza Plaza, 2004).

### Clasificación de suelos

Se expresa de manera sucinta las propiedades del suelo, variadas sin argumento detallado, categorizando y agrupando suelo unos con otros que poseen igual propiedad, bien sea física, mecánica o hidráulico.

**Tabla 1.** Clasificación de suelos según tamaños

	<b>NORMA IRAM 10535</b>	<b>MIT</b>	<b>SUCS</b>	<b>ASTM D3282- 93/97</b>
<b>Gravas</b>	5 a 75	> 2	4,75 a 75	2 a 75
<b>Arenas</b>	0,075 a 5	0,06 a 2	0,075 a 4,75	0,075 a 2
<b>Limos</b>	< 0,075	0,002 a 0,060	< 0,075	< 0,075
<b>Arcillas</b>		< 0,002		

Fuente: Geología y Geotecnia. Zapata (2018).

Fraga (2018), son agrupados en 2 grupos: suelos finos y gruesos, tabla 2.

**Tabla 2.** Diferencias entre suelos gruesos y suelos finos.

<b>SUELOS GRUESOS (&gt;1mm)</b>	<b>SUELOS FINOS (&lt;1mm)</b>
Sus partículas componentes son visibles a simple vista	Sus partículas componentes no son visibles a simple vista
La forma de las partículas puede ser angular o redondeada	La forma de las partículas puede ser laminar, angular o redondeada
No poseen minerales arcillosos	Pueden poseer minerales arcillosos
Suelos no cohesivos	Suelos cohesivos
Muy alta permeabilidad: $k > 10^{-2} \text{ cm/seg}$	Permeabilidad: Alta (arenas finas), media a baja (limos), muy baja o nula (arcillas) $k < 10^{-2} \text{ cm/seg}$
El tamaño de los vacíos es mayor, pero el volumen total de vacíos es menor: $e < 0,85$	El tamaño de los vacíos es menor, pero el volumen total de vacíos es mayor: arcilla blanda $e > 1,2$ ; montmorillonita $e > 5$
Si se aplica una sobrecarga importante, el asentamiento del suelo es instantáneo	Si se aplica una sobrecarga importante, se tienen asentamientos diferidos en el tiempo

Fuente: Geología y Geotecnia. Zapata (2018).

### Propiedades físicas del suelo

Rucks et al. (2004), las características físicas del suelo son, consistencia, densidad, textura, porosidad, temperatura, color y estabilidad, estos están relacionados a la erosión, infiltración y actividad biológica.

### Peso específico

También denominado peso unitario, peso por unidad de volumen de un elemento, el más común es el peso específico del agua de la tierra con 9.807 KN por m<sup>3</sup> o 62.43 l.f/p<sup>3</sup>.

A menudo, una fuente de confusión es que los términos gravedad específica y, con menos frecuencia, peso específico, también se usan para densidad relativa. Un símbolo común para el peso específico es  $\gamma$ , la letra griega Gamma. (Leoni, 2020).

### Tamaño

En el análisis de suelos, la proporción de grava y partículas más grandes se determina triturando primero el suelo para desagregarlo y luego pasándolo por un tamiz de 2 mm. Lo que queda en el tamiz se pesa y su proporción se calcula como un porcentaje de toda la muestra de suelo. (Leoni, 2020).



## Rugosidad

Los cálculos de rugosidad son empleados en la ciencia de los elementos para caracterizar superficies, entre otros, en la ciencia marina para caracterizar los hábitats del fondo marino. Una técnica común para medir la rugosidad del fondo marino es el método de cadena y cinta de Risk pero con el advenimiento de la fotografía submarina se han desarrollado métodos cuantitativos menos invasivos. Algunos ejemplos incluyen la medición de la rugosidad del fondo marino a pequeña escala a partir de un escaneo láser microtopográfico y la obtención de medidas de rugosidad, pendiente y aspecto a múltiples escalas a partir de reconstrucciones de imágenes estereoscópicas bentónicas (Leoni, 2020).

## Límites de Atterberg

Hernandez Canales (2008), los límites de consistencia es el contenido de agua de un suelo, depende de este puede presentar estados, líquido, plástico, semisólido y sólido. Para cada estado, el comportamiento y consistencia es diferente. Son empleados para diferenciar la arcilla con el limo.

**Figura 1.** Copa de Casagrande ASTM D4318



Fuente: ELE International. Testing Equipment for Construction Materials Catálogo 2007.

## Contenido de Humedad

Rodriguez Serquen (2020), es el contenido de agua de un material, ya sea rocas, cerámicas, madera u otros. Se emplea para distintos sectores científicos, y varía desde seco hasta los elementos más saturados.

**Tabla 3.** Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo

Máximo tamaño de partícula (pasa el 100%)	Tamaño de malla estándar	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados	
		a ± 0,1%	a ± 1%
2 mm o menos	2,00 mm (Nº 10)	20 g	20 g *
4,75 mm	4,760 mm (Nº 4)	100 g	20 g *
9,5 mm	9,525 mm (3/8")	500 g	50 g
19,0 mm	19,050 mm (3/4")	2,5 kg	250 g
37,5 mm	38,1 mm (1 1/2")	10 kg	1 kg
75,0 mm	76,200 mm (3")	50 kg	5 kg

**Nota.-** \* Se usará no menos de 20 g para que sea representativa.

Fuente: MTC E 132. 2016.

## Análisis granulométrico con tamices o mallas

Rodriguez (2020), el procedimiento para determinar la proporción de partículas minerales en cada una de estas clases se denomina análisis granulométrico o análisis mecánico del suelo. En el análisis de suelos, la proporción de grava y partículas más grandes se determina triturando primero el suelo para desagregarlo y luego pasándolo por un tamiz de 2 mm. Lo que queda en el tamiz se pesa y su proporción se calcula como un porcentaje de toda la muestra de suelo. La proporción de arena gruesa, media y fina se determina igualmente por tamizado, separándolas así de las fracciones de arcilla y limo del suelo. Estos últimos no pueden separarse unos de otros por tamizado. En cambio, se separan mediante un proceso conocido como sedimentación, que se basa en el hecho de que las partículas más grandes caen más rápidamente en el agua que las más pequeñas. Por lo tanto, si una suspensión se compone de arcilla y limo en agua, el limo se asentará más rápidamente que la arcilla y, midiendo la velocidad a la que se asienta la suspensión en su conjunto, es posible determinar la repartición de tamaños de partículas, Tamices y aberturas para análisis granulométrico.

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 1/2"	38,100
1"	25,400
3/4"	19,000
3/8"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 10	2,000
Nº 20	0,840
Nº 40	0,425
Nº 60	0,260
Nº 140	0,106
Nº 200	0,075

Fuente: MTC E 132. 2016.

### Ensayo de compactación Proctor modificado

El ensayo es una metodología para la determinación experimental del contenido húmedo óptimo, el cual se evalúa la densidad. Consiste en la compactación del suelo con cierta cantidad de agua sabido en un molde en forma cilíndrica con ciertas dimensiones, se compacta con una cantidad de golpes de un martillo. Con ello se realiza el trazado de gráfica de la densidad seca con la cantidad de humedad y ello se establece la curva compactadora.

**Figura 2.** Procedimiento del ensayo de proctor modificado



Fuente. MTC E 115

### **Ensayo de valor de soporte de California (CBR)**

Hernandez Canales (2008), la prueba California Bearing Ratio (CBR) es un ensayo de resistencia para comparar la capacidad de carga de un elemento con una roca triturada muy graduada. La evaluación de la resistencia de los elementos cohesivos que presentan un tamaño máximo inferior a 19 milímetros (0,75 pulg.)

**Figura 3.** Molde CBR y contrapesos



Fuente: ELE International. Testing Equipment for Construction Materials Catálogo 2007.

### **Ensayo de granulometría**

El análisis del tamaño de las partículas, se mide el tamaño del mismo, o simplemente el tamaño de partículas, es el nombre colectivo de los procedimientos técnicos o técnicas de laboratorio que determinan el rango de tamaño y/o el tamaño medio o promedio de las partículas en un espécimen de polvo o líquido. El análisis del tamaño de partículas es parte de la ciencia de partículas y generalmente se lleva a cabo en laboratorios de tecnología de partículas.

El tamaño se logra típicamente por medio de dispositivos, denominados Particle Size Analyzers (PSA), que se basan en diferentes tecnologías, como el procesamiento de imágenes de alta definición, el análisis del movimiento browniano, el asentamiento gravitacional de la partícula y la dispersión de la luz (Rayleigh y dispersión de Mie) de las partículas. (Rodríguez Serquen, 2020).

**Figura 4.** Tamizado del suelo por todas las mallas.



Fuente: Rodríguez, 2019 fundamento de ingeniería geotécnica Suelos y cimentaciones

### **Estabilización de suelos**

Es una metodología química, física, mecánica, biológica o combinada de modificar el suelo para el cumplimiento de la finalidad de la ingeniería. Los mejores incrementan la capacidad portante, resistencia y rendimiento para el fortalecimiento de las vías.

Algunas de las tecnologías renovables son: enzimas, surfactantes, biopolímeros, polímeros sintéticos, productos a base de copolímeros, polímeros acrílicos de estireno reticulados y más. Algunas originan masas hidrofóbicas y superficies para evitar daños en las carreteras por penetrar agua o fuertes heladas al inhibir la entrada de agua en la capa tratada.

### **Estabilización Química**

Hughes (2008), las técnicas químicas de estabilización de suelos no son comunes a diferencia de las metodologías mecánicas para estabilizar suelos. Los métodos

mecánicos no requieren una gran habilidad, mientras que las técnicas químicas de estabilización de suelos requieren tecnologías sofisticadas y conocimientos técnicos. Se realiza la estabilización de suelos como limo, turba arcillosa, turba, suelos orgánicos, etc.

### **Subrasante**

Dirección de Vialidad (2020), la “subrasante” es un elemento en lugar para colocar estructura de la pavimentación. Se toma en cuenta el desempeño de la pavimentación en la vía y diseño de mezcla. Normalmente es un factor importante para la pavimentación.

### **Tatora**

Las tatoras son plantas perennes verticales que emergen de rizomas rastreros. Las hojas largas y afiladas tienen márgenes lisos y son algo esponjosas. Las diminutas flores unisexuales nacen en una densa espiga cilíndrica, con las flores masculinas ubicadas sobre las flores femeninas. Después de liberar su polen, las flores masculinas se marchitan y se caen, dejando las espigas fructíferas peludas marrones características. Cuando madura, la espiga se desintegra para liberar masas algodonosas de diminutas semillas dispersadas por el viento. (PELT-ADESU, 2001).

Tiene las siguientes características:

- **Raíz.** Por su génesis son adventicias, de raíces secundarias, formando penachos delgados.
- **Rizoma.** Tallo modificado horizontal al suelo, compuesta por haces líbero leñoso de color blanco con lazos de 2-6 cm.
- **Tallo.** Color verdoso, con base blanca catalogado como chullu, debido que no llega el sol y almacena disacárido para darle sabor.
- **Inflorescencia.** Tiene inflorescencia de tipología Umbel que se caracteriza por las ramas que originan otras y al final las flores, que están cubiertas por bráctea escamosa con color café.

El Análisis de los elementos químicos de la Totora, el análisis presentan que la totora tiene una serie de componentes que son de importancia y a tomar en cuenta.

**Tabla 4.** Composición química de la totora

PLANTA	K	Na	Ca	Mg	SiO <sub>2</sub>	S	P	C	N	Fe	Cu	Mn	Zn	B
Totora	6.85	2.5	0.9	0.19	1.07	0.77	0.2	31.3	1.46	940	6.0	170	20	345

Fuente: PELT-ALT

**Figura 5.** Totoral en el Lago Titicaca



Fuente: Elaboración propia

### **Producción de cenizas**

Bouzón et al., (2017), conforman cenizas volátiles y fondo, además con yeso mediante la desulfuración en húmedo del carbón. Las cenizas son por los múltiples parámetros como la clase de carbón, metodología de quemaduras y desarrollo de vaciado en el horno. Es recomendable conocer las propiedades mecánica, química y física de las cenizas.

## Caracterización física

- **Tamaño.** Distintos tamaños, desde centímetros hasta micrómetros.

Figura 6. Tamaños de cenizas



Fuente: Bouzon et al, 2017. Cenizas de fondo de carbón

- **Forma y textura.** Porosidad e irregularidad.
- **Estructura del poro.** En forma de cuello de botellas.



### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Investigación Aplicada

Guerrero y Guerrero (2014), menciona que en la Investigación Aplicada la finalidad es la resolución de determinados problemas prácticas y específicas, enfocadas en la consolidación y búsqueda del aprendizaje para su aplicación.

#### Enfoque Cuantitativo

Hernandez Sampieri (2014), por qué se vale de recolectar información para comprobación de hipótesis en relación a las mediciones numéricas y a través del análisis estadística, con la finalidad de generar parámetros de comportamiento y comprobación de hipótesis.

#### Diseño Cuasi experimental

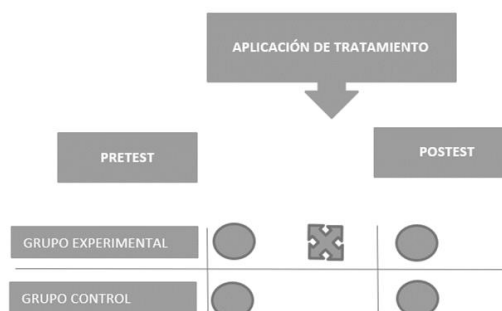
Hernandez (2008), se manipula de manera deliberada, por lo menos una variable independiente para la observación de dichos efectos sobre las dependientes, solo diferibles en la experimentación .

#### Método Hipotético Deductivo

Porque en función a la Estadística inferencial, permite la estimación de los parámetros de la población a partir del espécimen empleado, así tambien para la contratación de hipótesis, ya que se estará probando la validez o rechazo de las mismas.

#### Modelo de Diseño

Figura 7. Modelo de tratamiento.



Fuente: Elaboración propia

### **3.2. Variables y operacionalización**

#### **Variable dependiente**

Estabilidad de la subrasante de la trocha carrozable dada por las adiciones de ceniza de totora en 4%, 8%, 12% y 16%, las cuales serán evaluadas en el laboratorio.

#### **Variable Independiente**

Ceniza de Totora, utilizado como estabilizante y su adición al suelo en porcentajes diferentes 4%, 8%, 12% y 16% permite la estabilización de dicho suelo.

### **3.3. Población y muestra**

#### **Población**

Gutiérrez y Vladimirovna (2016), definen como el conjunto de objetos, personas u otros para su estudio próximo, para el conocimiento de interés. La población es toda la integridad de la trocha carrozable Ccota-Quipata, que consta de 2,750 Km.

#### **Muestra**

Es parte de la población de la investigación, tomando en cuenta los pasos para la obtención de la cantidad de los elementos de la muestra empleando formulas, lógicas y otros. Para nuestro estudio, la muestra se hará a través de calicatas, en el eje de la vía.

#### **Muestreo**

Hernandez Sampieri, (2014), Se emplea procedimiento y parámetros para la selección de la muestra que represente la totalidad de la población. Para el estudio será el muestreo no probabilístico intencional, porque los elementos son elegidos fundamentados en criterios técnicos predeterminados por el investigador. La selección de muestras será recolectada en base a criterios técnicos del investigador. Se tomará una muestra de tres calicatas para los estudios en el Km 00+450, Km 01+500 y Km 02+500 respectivamente.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección**

#### **Técnica**

La técnica a emplear será la observación directa, análisis documental y ensayos en laboratorio, que serán desarrollados con la participación del propio investigador, tomando en consideración las informaciones bibliográficas y personal calificado en estudios de estabilización de suelos.

#### **Instrumentos de recolección de datos**

Se emplea el Análisis del uso de ceniza de totora en la estabilización de subrasante en la trocha carrozable Ccota-Quipata, Puno, 2022 principalmente serán, fichas de observación y fichas de análisis. Por lo tanto, para la recolección de campo y de laboratorio se utilizará lo siguiente:

- La recolección en campo, cámara fotográfica, regla de aluminio, picos, palas, sacos, entre otros, para los trabajos en calicatas.
- La recolección en laboratorio, se emplearán molde Proctor modificado, martillo Proctor modificado, prensa de carga CBR, un juego de tamices, copa de Casagrande, vidrio esmerilado, balanza electrónica, horno eléctrico, bandejas, recipientes, martillo de goma, entre otros.

### **3.5. Validez y Confiabilidad del instrumento.**

La confiabilidad será avalada con la certificación emitida por los laboratorios que cumplan con la norma actual. Garantizando así, la confiabilidad y objetividad de los resultados.

Para la recolección de datos, tanto en campo como en laboratorio, serán validadas por el de juicio de expertos en el ámbito de la investigación, cumpliendo con los protocolos y procedimientos del MTC 2016, normas ASTM, con ello se cumplirá con los requisitos de validación.

### **3.6. Procedimientos**

Primeramente, se iniciará con el reconocimiento de la trocha carrozable Ccota-Quipata, en su integridad la cual consta de 2,75 Km. Seguidamente se hará la elección del lugar donde se excavara la calicata de forma manual, y el lugar elegido será el punto más crítico, la muestra obtenida será bajo las normas establecidas

para este proceso, una vez recogida la muestra se procederá a su traslado al laboratorio que cumpla con el requerimiento de calidad del MTC, y se realizaran todos los ensayos requeridos cumpliendo estrictamente los pasos establecidos por la normatividad vigente, para sus análisis físicos y mecánicos, siendo parte importante la inclusión de la ceniza de Totorá en los porcentajes de 4%, 8%, 12% y 16% para determinar así, los resultados de la resistencia del suelo de la mencionada trocha carrozable. Se recogerá también, información sobre la producción por año de la Totorá, información que servirá para los cálculos de análisis de costos.

### **3.7. Aspectos éticos**

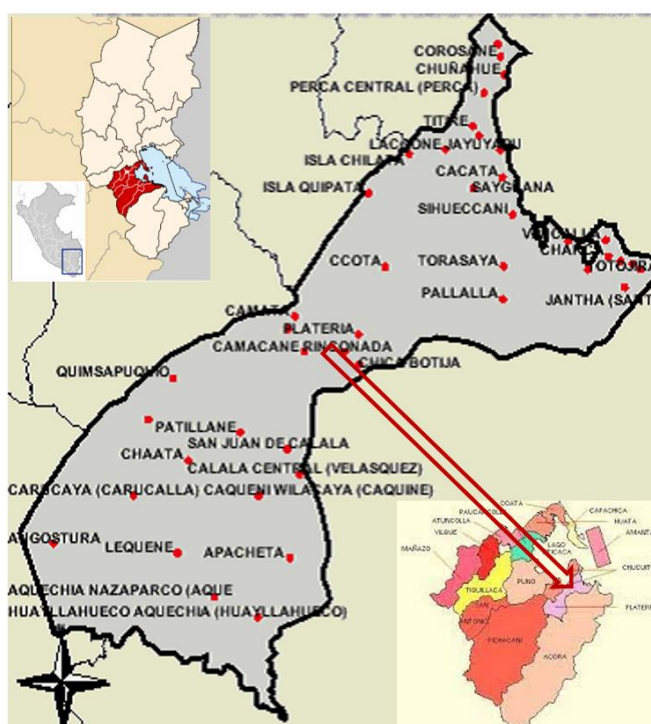
La investigación será ejecutada con responsabilidad y transparencia, dada su importancia, además del compromiso para que dicho trabajo de investigación llegue a cumplir con los objetivos trazados, y con ello, garantizar la veracidad de este trabajo.

## IV. RESULTADOS

### Suelo Natural

El suelo natural materia de estudio se obtuvo en una zona dentro del distrito de platería se ubica en la provincia de Puno, departamento de Puno, a una altitud de 3830 m.s.n.m. con una superficie de 249.0 Km<sup>2</sup>, con coordenadas 15° 56´ 55´´ de latitud Sur y 69°49´59´´ de longitud Oeste. La zona de estudio es la trocha carrozable que une los centros poblados de Ccota y Quipata, entre las progresivas Km 0+000 hasta Km 2 +750.00.

Figura 8. Ubicación geográfica



fuentes: Elaboración propia

### Estudios de campo

Para realizar esta investigación se hicieron trabajos previos que son necesarios para llevar a cabo los objetivos trazados, por un lado, se hizo el reconocimiento a nivel de subrasante del tramo de trocha carrozable que une los centros poblados de Ccota y Quipata que tiene una distancia de 2+750 Km. Seguidamente se procedió a excavar tres calicatas a 1.50 metros de profundidad para la obtención de tres muestras de suelo, ubicadas en las progresivas C1: 0+450, C2: 1+500 y C3:

2+500, teniendo en cuenta a la Norma Técnica E.050 que nos indica que el número de calicatas será de acuerdo al tipo de vía, para nuestra investigación el tipo de vía es local y se tomó 1 muestra de suelo cada 3600 m<sup>2</sup> . siguiendo los procedimientos establecidos en la norma ASTM D420-69 para llevar a cabo el muestreo y exploración de suelos.

**Figura 9.** Excavación de calicatas



fuelle: Elaboración propia

Por otro lado, se hizo la recolección de la totora de las riberas del lago Titicaca, para su secado al aire libre y después fue trasladado al horno donde fueron incinerados a 400°C, teniéndose como producto final la ceniza de totora para luego ser trasladado al laboratorio.

**Figura 10.** Quema de totora para la obtención de ceniza.



fuelle: Elaboración propia

## Estudios de laboratorio

Una vez trasladados las muestras de suelos de las tres calicatas y de la ceniza de titora al laboratorio para los ensayos respectivos tomando en cuenta los procedimientos establecidos en el Manual de ensayos de materiales 2016, normas ASTM y que a continuación se describe: Se realizó el análisis granulométrico por tamizado para las muestras de suelo de las 3 calicatas, según la norma MTC E 107. Además del contenido de humedad del suelo de acuerdo a la norma MTC E 108.

**Figura 11.** Ensayo de análisis granulométrico



fuelle: Elaboración propia

Se procedió a hallar el límite plástico y límite líquido siguiendo lo establecido en la norma MTC E 111 y la norma MTC E 110 respectivamente, para las 3 muestras de suelo obtenidas de las tres calicatas.

**Figura 12.** Determinación de los límites de consistencia (Límites de atterberg)



fuelle: Elaboración propia

Se hicieron los ensayos para la clasificación de suelos con SUCS con la norma ASTM D2487-17 y AASHTO con la norma ASTM D3282-17, para las 3 muestras de suelo obtenidas de las tres calicatas respectivamente.

Se realizó el ensayo de Proctor modificado bajo la norma MTC E 115, determinándose la curva de compactación con el contenido de humedad y la densidad seca de cada muestra.

**Figura 13.** Ensayo Proctor modificado



fuelle: Elaboración propia

Se hizo el ensayo de CBR bajo la norma MTC E 132, medido con una balanza calibrada y el porcentaje óptimo de humedad obtenidos de los ensayos de Proctor modificado.

**Figura 14.** Ensayo de CBR



fuelle: Elaboración propia



Para la investigación se tomó como muestra 03 calicatas para su análisis físico y mecánico de las siguientes progresivas: km 00+450, km 01+500 y km 02+500, con ellos se obtuvo los siguientes resultados:

### Propiedades físicas en estado natural

En cuanto a las propiedades físicas se toma en cuenta los siguientes ensayos de laboratorio de la calicata 01, 02 y 03 de la progresiva del km 00+450, km 01+500 y km 02+500, respectivamente.

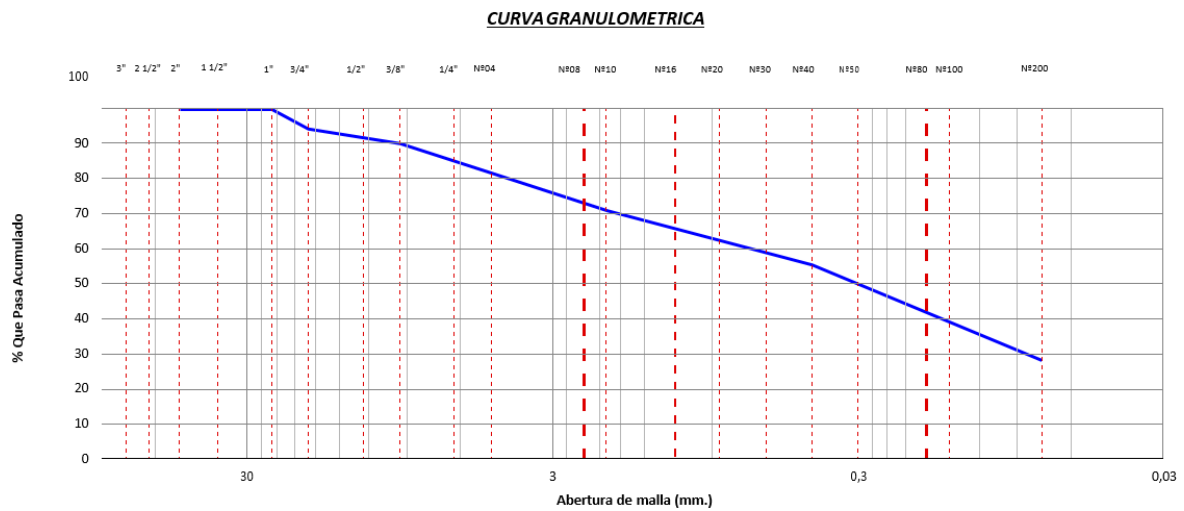
### Granulometría de la progresiva del km 00+450

**Tabla 5.** Granulometría de la progresiva del km 00+450

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(PULG)	(mm)				
3"	75,000				
2 1/2"	63,000				
2"	50,000				
1 1/2"	37,500				
1"	25,000				
3/4"	19,000	330,0	5,5	5,5	94,5
1/2"	12,500	145,0	2,4	8,0	92,0
3/8"	9,500	108,0	1,8	9,8	90,2
1/4"	6,300				
Nº04	4,750	507,0	8,5	18,3	81,7
Nº08	2,360				
Nº10	2,000	98,0	10,6	28,9	71,1
Nº16	1,190				
Nº20	0,850				
Nº30	0,600				
Nº40	0,425	144,0	15,6	44,4	55,6
Nº50	0,300				
Nº80	0,177				
Nº100	0,150				
Nº200	0,075	252,0	27,2	71,7	28,3
< Nº200	FONDO	262,0	28,3	100,0	0,0

Fuente: Elaboración propia

**Figura 15.** Curva granulométrica de la progresiva del km 00+450



Fuente: Elaboración propia

En la tabla se muestra la granulometría de la progresiva del km 00+450 o calicata 01, el cual contiene 18.3% de grava, 53.4% de arena y 28.3% de pasante por la malla 200. Con ello, la clasificación del suelo según SUCS fue SC y según AASHTO A-2-6(0), es decir, el suelo se cataloga como arena arcillosa con grava.

### Granulometría de la progresiva del km 01+500

**Tabla 6.** Granulometría de la progresiva del km 01+500

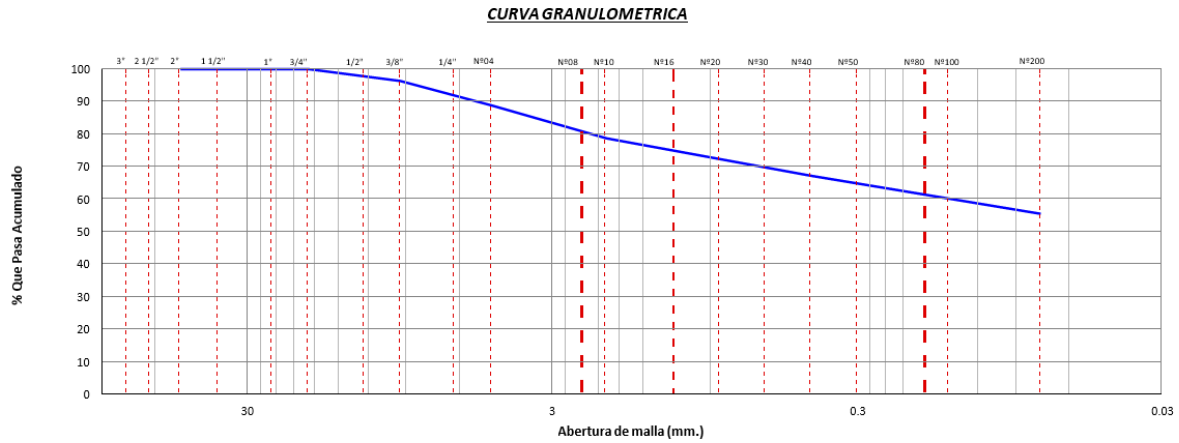
TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(PULG)	(mm)				
3"	75,000				
2 1/2"	63,000				
2"	50,000				
1 1/2"	37,500				
1"	25,000				
3/4"	19,000				100,0
1/2"	12,500	187,0	1,8	1,8	98,2
3/8"	9,500	503,0	4,8	6,5	93,5
1/4"	6,300				
N°04	4,750	1007,0	9,5	16,0	84,0
N°08	2,360				
N°10	2,000	95,0	14,0	30,1	69,9
N°16	1,190				
N°20	0,850				
N°30	0,600				
N°40	0,425	97,0	14,3	44,4	55,6
N°50	0,300				
N°80	0,177				
N°100	0,150				
N°200	0,075	98,0	14,5	58,9	41,1
< N°200	FONDO	278,0	41,1	100,0	0,0

Fuente: Elaboración propia



En la tabla se muestra la granulometría de la progresiva del km 02+500 o calicata 03, el cual contiene 11.1% de grava, 33.3% de arena y 55.5% de pasante por la malla 200. Con ello, la clasificación del suelo según SUCS fue CL y según AASHTO A-6(6), es decir, el suelo se cataloga como arcilla arenosa de baja plasticidad.

**Figura 17.** Curva granulométrica de la progresiva del km 02+450



Fuente: Elaboración propia

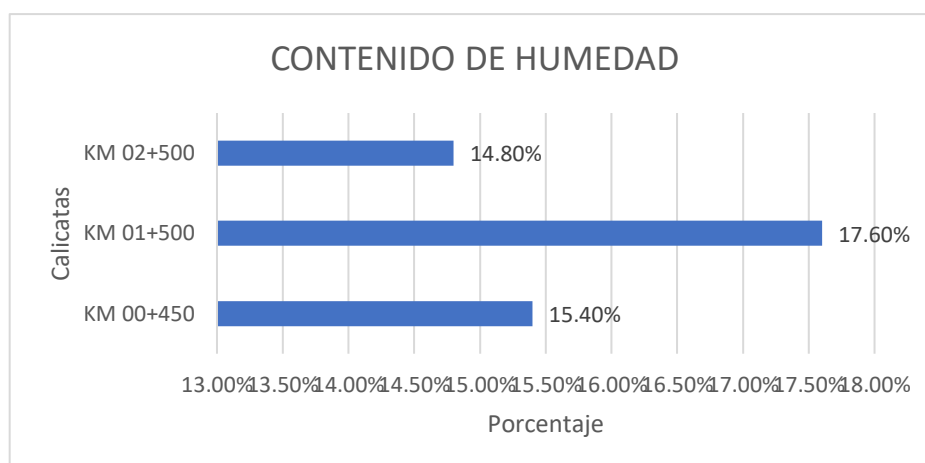
### Contenido de humedad en estado natural

**Tabla 8.** Contenido de humedad natural

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL		
Muestras	PROFUNDIDAD (m)	Contenido de humedad (%)
CALICATA N°01	1.50	15.40
CALICATA N°02	1.50	17.60
CALICATA N°03	1.50	14.80

Fuente: Elaboración propia

**Figura 18.** Contenido de humedad natural



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla N°8 y figura 15 se visualiza los resultados del ensayo de contenido de humedad natural de la calicata N°01 con 15.40%, calicata N°02 con 17.60% y la calicata N°03 con 14.80%. La calicata 02 de la progresiva del km 01+500 contiene mayor porcentaje húmedo.

### Propiedades mecánicas

En cuanto a las propiedades mecánicas se toma en cuenta los siguientes ensayos de laboratorio de la calicata 01, 02 y 03 de la progresiva del km 00+450, km 01+500 y km 02+500, respectivamente.

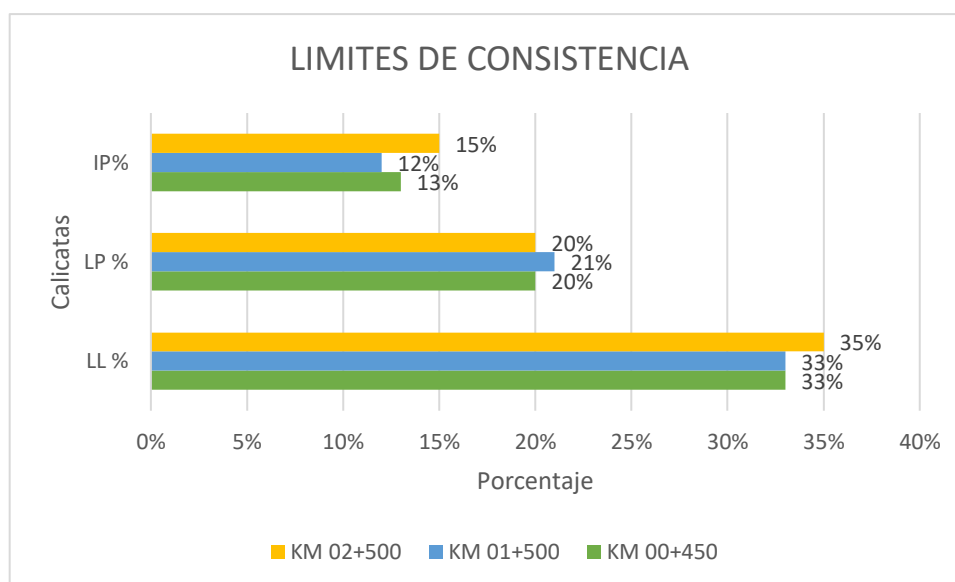
### Límites de consistencia en estado natural

**Tabla 9.** Límites de consistencia en estado natural

LÍMITES DE CONSISTENCIA			
Muestras	Limite Liquido	Limite Plástico	Índice de Plasticidad
CALICATA N°01	33.00	20.00	13.00
CALICATA N°02	33.00	21.00	12.00
CALICATA N°03	35.00	21.00	15.00

Fuente: Elaboración propia

**Figura 19.** Límites de consistencia en estado natural



Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°9 y la figura N°16, se tiene los resultados de la calicata N°01 con limite liquido (LL) de 33.00%, limite plastico (LP) de 20.00% e indice de plasticidad (IP) de 13.00%, para la calicata N°02, el L.L. 33.00%, L.P. 21.00% e I.P. 12.00% y para la calicata N°03 L.L. 35.00%, L.P. 20.00% e I.P. 15.00%. Se presenta el limite liquido menor a 50% esto indica clasificacion arcilla arenosa de baja plasticidad, además, porque se presenta un IP menor 20%.

### Compactación – Proctor Modificado

**Tabla 10.** Proctor modificado en estado natural

PROCTOR STANDARD		
Muestras	Máxima Densidad Seca (gr/cm3)	Contenido de Humedad Optima (%)
CALICATA N°01	1.703	7.53
CALICATA N°02	1.682	10.45
CALICATA N°03	1.672	17.33

Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Proctor modificado de la calicata 01

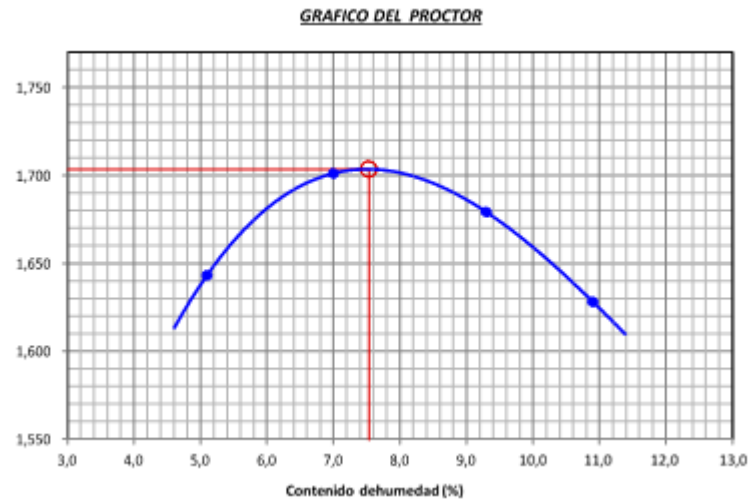


Figura 21. Proctor modificado de la calicata 02

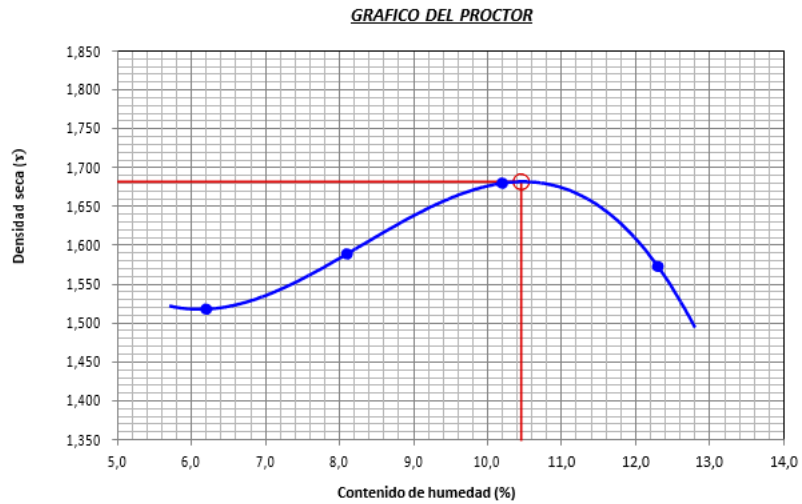
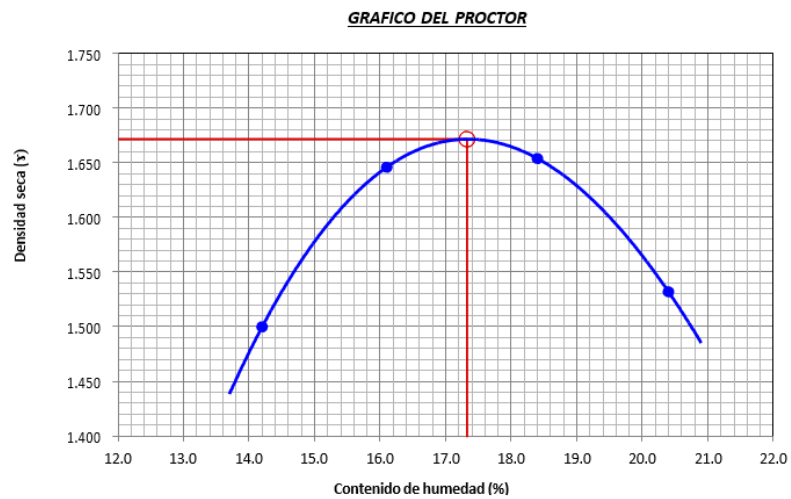
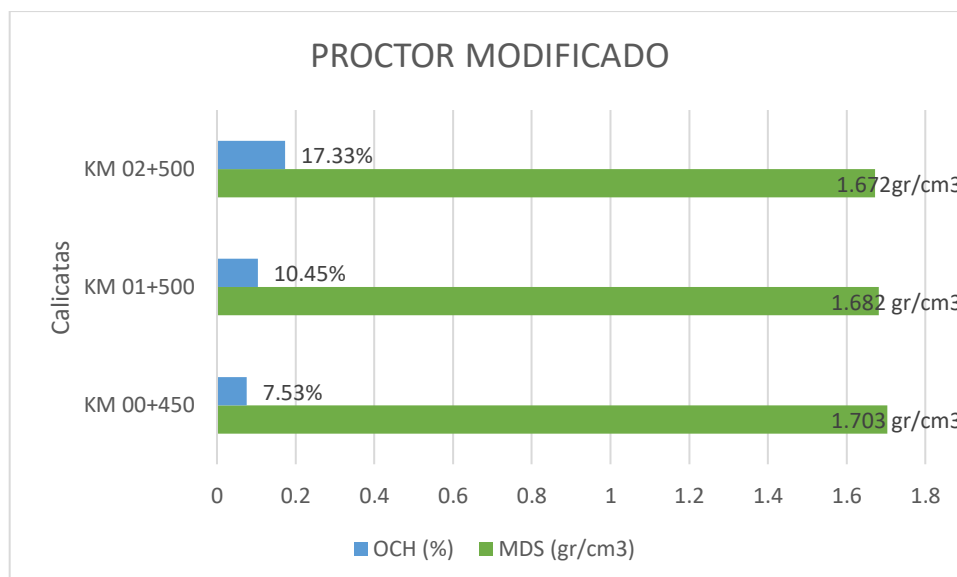


Figura 22. Proctor modificado de la calicata 03



**Figura 23.** Proctor modificado en estado natural



Fuente: Elaboración propia

De la tabla N°10 y figura 17 se observa el resultado para la calicata N°01 1.703gr/cm<sup>3</sup> de máxima densidad seca y 7.53% de contenido de humedad optima, calicata N°02 fue 1.682gr/cm<sup>3</sup> de máxima densidad seca y 10.45% de contenido de humedad optima y calicata N°03 fue 1.672gr/cm<sup>3</sup> de máxima densidad seca y 17.33% de contenido de humedad óptima. La mayor compactación se obtiene en la calicata N°01 y la menor en la calicata N°03.

### Valor relativo de soporte (CBR)

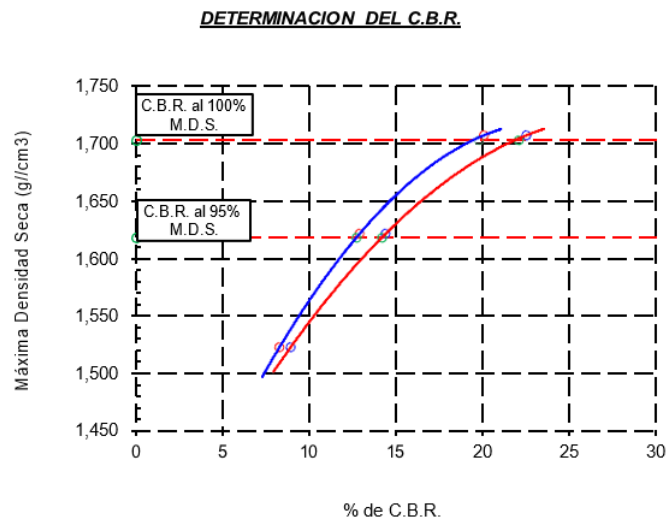
**Tabla 11.** Valor relativo de soporte (CBR) en estado natural

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)		
Muestras	C.B.R. 01" al 100%	C.B.R. 01" al 95%
CALICATA N°01	19.80%	12.70%
CALICATA N°02	12.90%	8.00%
CALICATA N°03	7.20%	5.30%

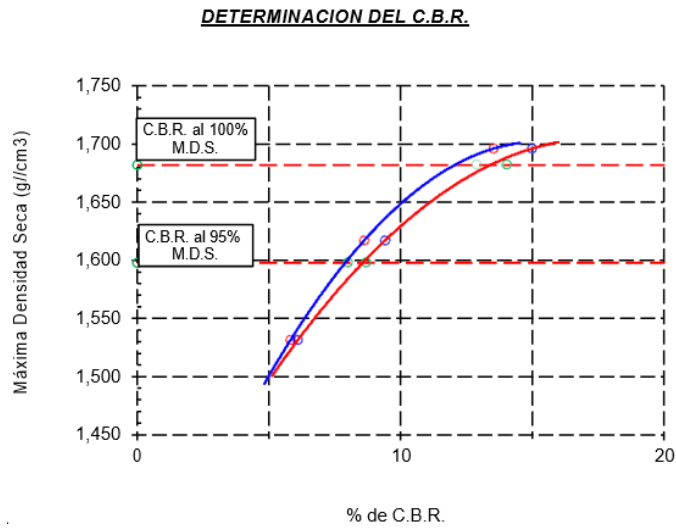
Fuente: Elaboración propia



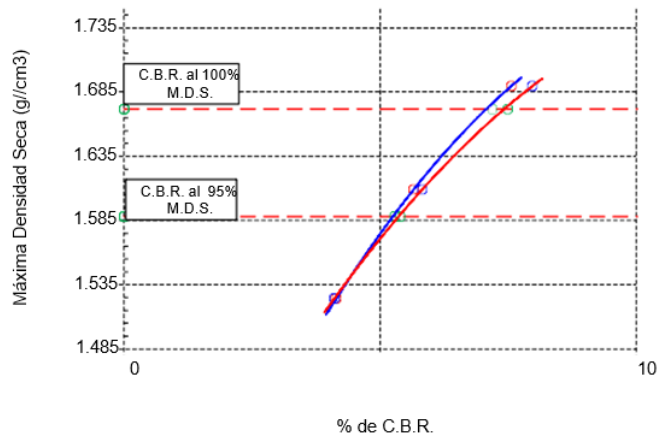
**Figura 24.** Valor relativo de soporte (CBR) de la calicata 01



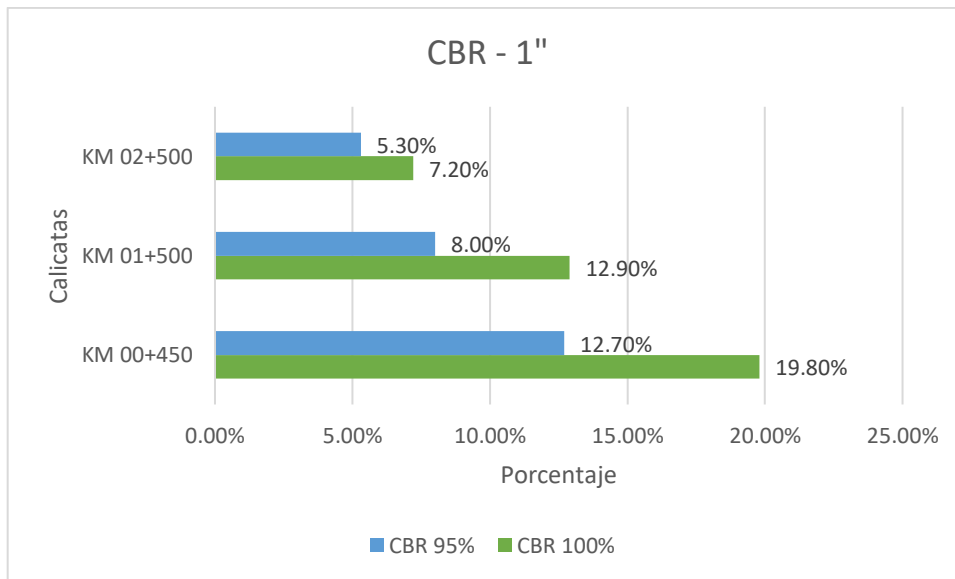
**Figura 25.** Valor relativo de soporte (CBR) de la calicata 02



**Figura 26.** Valor relativo de soporte (CBR) de la calicata 03



**Figura 27.** Valor relativo de soporte (CBR) en estado natural



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla N°11 y la figura 18 se presentan los resultados del ensayo de CBR al 100% y al 95% de la Máxima Densidad Seca, siendo de la calicata N°01 fue 19.80% y 12.70%, respectivamente, de la calicata N°02 fue 12.90% y 8.00%, respectivamente, y de la calicata N°03 fue 7.20% y 5.30%, respectivamente. La capacidad portante del suelo mayor fue de la calicata 01, sin embargo, para la investigación se toma como muestra patrón la calicata N°03 para las combinaciones con ceniza de totora por tener propiedades bajas.

## Propiedades físicas con las dosificaciones

En cuanto a las propiedades físicas se toma en cuenta los siguientes ensayos de laboratorio del suelo natural crítico (calicata 03) con la incorporación de diferentes dosificaciones de ceniza de totora.

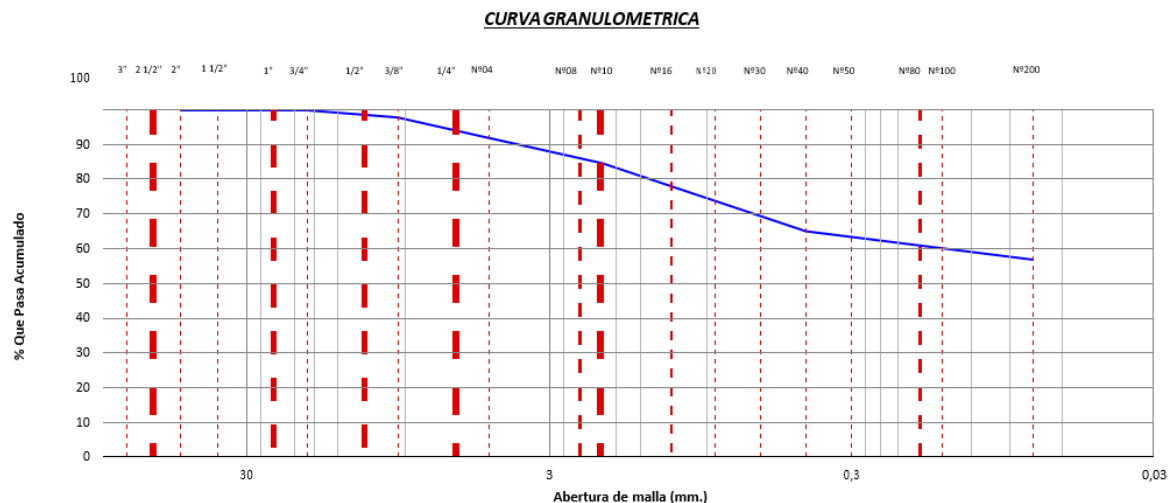
## Granulometría del suelo natural (SN) con la incorporación de 4% de ceniza de totora

Tabla 12. Granulometría del S.N. + 4% de ceniza de totora

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(PULG)	(mm)				
3"	75,000				
2 1/2"	63,000				
2"	50,000				
1 1/2"	37,500				
1"	25,000				
3/4"	19,000				100,0
1/2"	12,500	103,0	0,8	0,8	99,2
3/8"	9,500	154,3	1,3	2,1	97,9
1/4"	6,300				
Nº04	4,750	713,2	5,9	8,0	92,0
Nº08	2,360				
Nº10	2,000	54,0	7,3	15,3	84,7
Nº16	1,190				
Nº20	0,850	67,0	9,1	24,4	75,6
Nº30	0,600				
Nº40	0,425	78,0	10,6	34,9	65,1
Nº50	0,300				
Nº80	0,177				
Nº100	0,150				
Nº200	0,075	61,0	8,3	43,2	56,8
< Nº200	FONDO	420,0	56,8	100,0	0,0

Fuente: Elaboración propia

Figura 28. Curva granulométrica con la incorporación del 4.0%



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 12 se muestra la granulometría del suelo natural con la incorporación del 4% de ceniza de totora, el cual contiene 8.0% de grava, 35.2% de arena y 56.8% de pasante por la malla 200. Con ello, la clasificación del suelo según SUCS fue CL y según AASHTO A-6(6)), es decir, el suelo se cataloga como arcillosa arenosa de baja plasticidad.

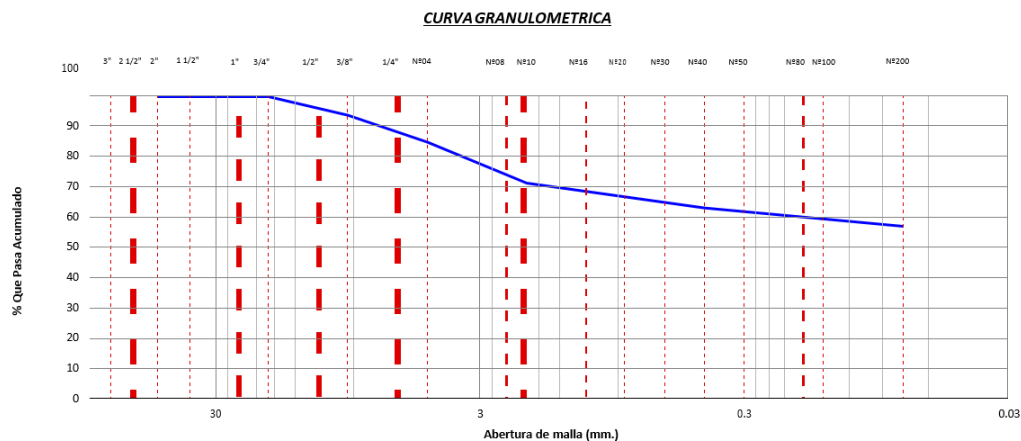
### Granulometría del suelo natural (SN) con la incorporación de 8% de ceniza de totora

Tabla 13. Granulometría del S.N. + 8% de ceniza de totora

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(PULG)	(mm)				
3"	75,000				
2 1/2"	63,000				
2"	50,000				
1 1/2"	37,500				
1"	25,000				
3/4"	19,000				
1/2"	12,500				100,0
3/8"	9,500	780,5	6,2	6,2	93,8
1/4"	6,300				
Nº04	4,750	1115,3	8,8	15,0	85,0
Nº08	2,360				
Nº10	2,000	76,0	13,5	28,5	71,5
Nº16	1,190				
Nº20	0,850				
Nº30	0,600				
Nº40	0,425	45,6	8,1	36,6	63,4
Nº50	0,300				
Nº80	0,177				
Nº100	0,150				
Nº200	0,075	34,2	6,1	42,7	57,3
< Nº200	FONDO	322,2	57,3	100,0	0,0

Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Curva granulométrica con la incorporación del 8.0%



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13 se muestra la granulometría del suelo natural con la incorporación del 8% de ceniza de totora, el cual contiene 15.0% de grava, 27.7% de arena y 57.3% de pasante por la malla 200. Con ello, la clasificación del suelo según SUCS fue CL y según AASHTO A-6(6)), es decir, el suelo se cataloga como arcillosa arenosa de baja plasticidad.

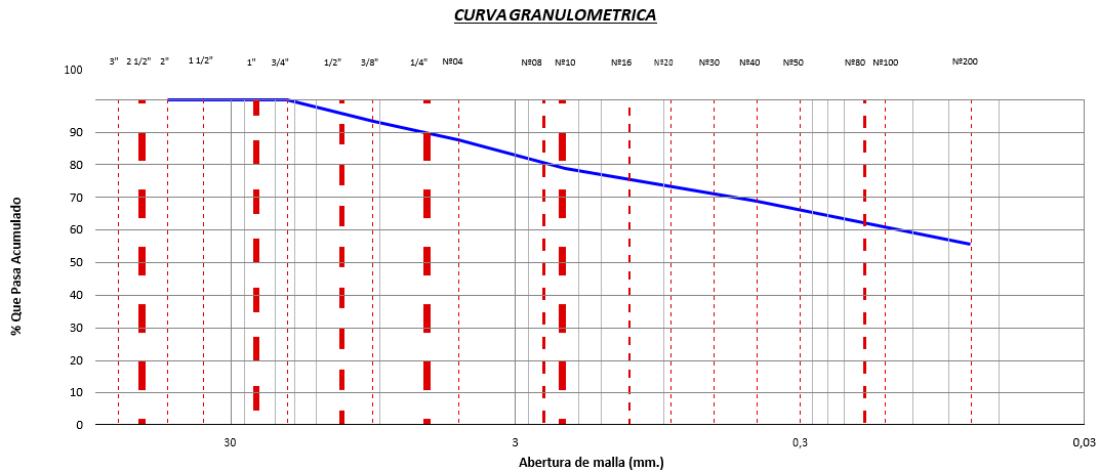
### Granulometría del suelo natural (SN) con la incorporación de 12% de ceniza de totora

**Tabla 14.** Granulometría del S.N. + 12% de ceniza de totora

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(PULG)	(mm)				
3"	75,000				
2 1/2"	63,000				
2"	50,000				
1 1/2"	37,500				
1"	25,000				
3/4"	19,000				
1/2"	12,500				100,0
3/8"	9,500	891,4	6,5	6,5	93,5
1/4"	6,300				
Nº04	4,750	793,0	5,8	12,3	87,7
Nº08	2,360				
Nº10	2,000	97,0	8,8	21,1	78,9
Nº16	1,190				
Nº20	0,850				
Nº30	0,600				
Nº40	0,425	110,0	10,0	31,1	68,9
Nº50	0,300				
Nº80	0,177				
Nº100	0,150				
Nº200	0,075	145,4	13,2	44,3	55,7
< Nº200	FONDO	612,9	55,7	100,0	0,0

Fuente: Elaboración propia

**Figura 30.** Curva granulométrica con la incorporación del 12%



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 14 se muestra la granulometría del suelo natural con la incorporación del 12% de ceniza de totora, el cual contiene 12.3% de grava, 32.0% de arena y 55.7% de pasante por la malla 200. Con ello, la clasificación del suelo según SUCS fue CL y según AASHTO A-6(5), es decir, el suelo se cataloga como arcillosa arenosa de baja plasticidad.

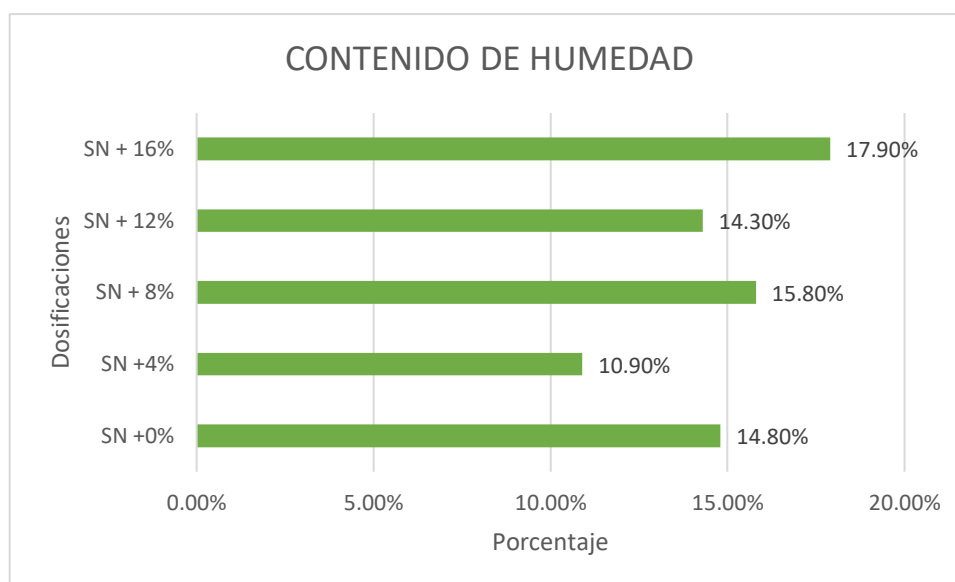
### Granulometría del suelo natural (SN) con la incorporación de 16% de ceniza de totora

**Tabla 15.** Granulometría del S.N. + 16% de ceniza de totora

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(PULG)	(mm)				
3"	75,000				
2 1/2"	63,000				
2"	50,000				
1 1/2"	37,500				
1"	25,000				
3/4"	19,000				
1/2"	12,500				100,0
3/8"	9,500	789,0	8,5	8,5	91,5
1/4"	6,300				
Nº04	4,750	653,5	7,1	15,6	84,4
Nº08	2,360				
Nº10	2,000	75,0	13,5	29,1	70,9
Nº16	1,190				
Nº20	0,850				
Nº30	0,600				
Nº40	0,425	67,4	12,2	41,3	58,7
Nº50	0,300				
Nº80	0,177				
Nº100	0,150				
Nº200	0,075	36,7	6,6	47,9	52,1
< Nº200	FONDO	288,9	52,1	100,0	0,0



**Figura 32.** Contenido de humedad con las dosificaciones



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla N°16 y figura 19 se visualiza los resultados del ensayo de contenido de humedad de la calicata N°03 (muestra más crítica) con las dosificaciones correspondientes, siendo con la incorporación del 4% un contenido de humedad fue 10.90%, con la incorporación del 8% un contenido de humedad fue 15.80%, con la incorporación del 12% un contenido de humedad fue 14.30%, con la incorporación del 16% un contenido de humedad fue 17.90%. La dosificación que contiene mayor contenido de humedad fue con la incorporación del 16% de ceniza de totora.

### **Propiedades mecánicas**

En cuanto a las propiedades mecánicas se toma en cuenta los siguientes ensayos de laboratorio del suelo natural crítico (calicata 03) con la incorporación de diferentes dosificaciones de ceniza de totora (4%, 8%, 12% y 16%).



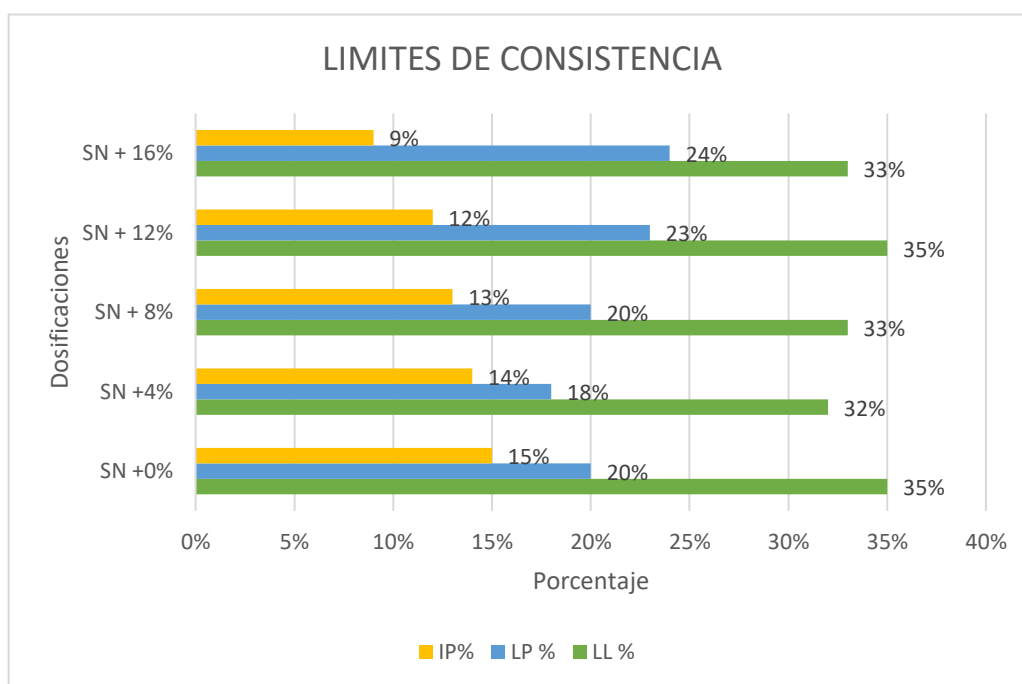
## Límite de consistencia con las dosificaciones

Tabla 17. Límites de consistencia con las dosificaciones

LÍMITES DE CONSISTENCIA			
Muestras	Limite Liquido	Limite Plástico	Índice de Plasticidad
SN +0%	35.00	20.00	15.00
SN +4%	32.00	18.00	14.00
SN + 8%	33.00	20.00	13.00
SN + 12%	35.00	23.00	12.00
SN + 16%	33.00	24.00	9.00

Fuente: Elaboración propia

Figura 33. Límites de consistencia en estado natural



Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°17 y la figura N°20, se aprecia los resultados del ensayo de límites de consistencia de la calicata N°03 (muestra más crítica) con las dosificaciones correspondientes, siendo con la incorporación del 4% de ceniza de totora se obtuvo un límite líquido de 32%, límite plástico de 18% e índice de plasticidad de 14%, con la incorporación del 8% de ceniza de totora se obtuvo un límite líquido de 33%, límite plástico de 20% e índice de plasticidad de 13%, con la incorporación del 12%

de ceniza de totora se obtuvo un límite líquido de 35%, límite plástico de 23% e índice de plasticidad de 12% y con la incorporación del 16% de ceniza de totora se obtuvo un límite líquido de 33%, límite plástico de 24% e índice de plasticidad de 9%. La dosificación con menor índice de plasticidad fue con la incorporación del 16% de ceniza de totora.

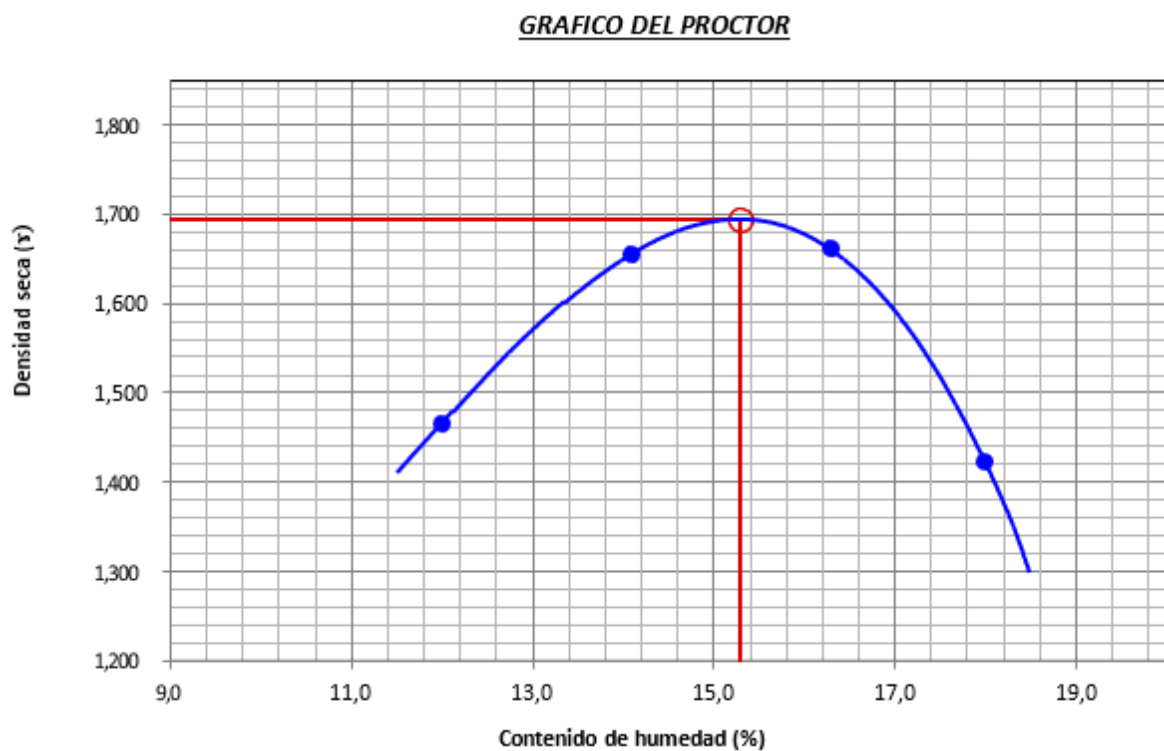
### Compactación – Proctor Modificado

**Tabla 18.** Proctor modificado con las dosificaciones

PROCTOR MODIFICADO		
Muestras	Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	Contenido de Humedad Optima (%)
SN +0%	1.672	17.33%
SN +4%	1.693	15.29%
SN + 8%	1.706	13.78%
SN + 12%	1.713	16.77%
SN + 16%	1.719	16.55%

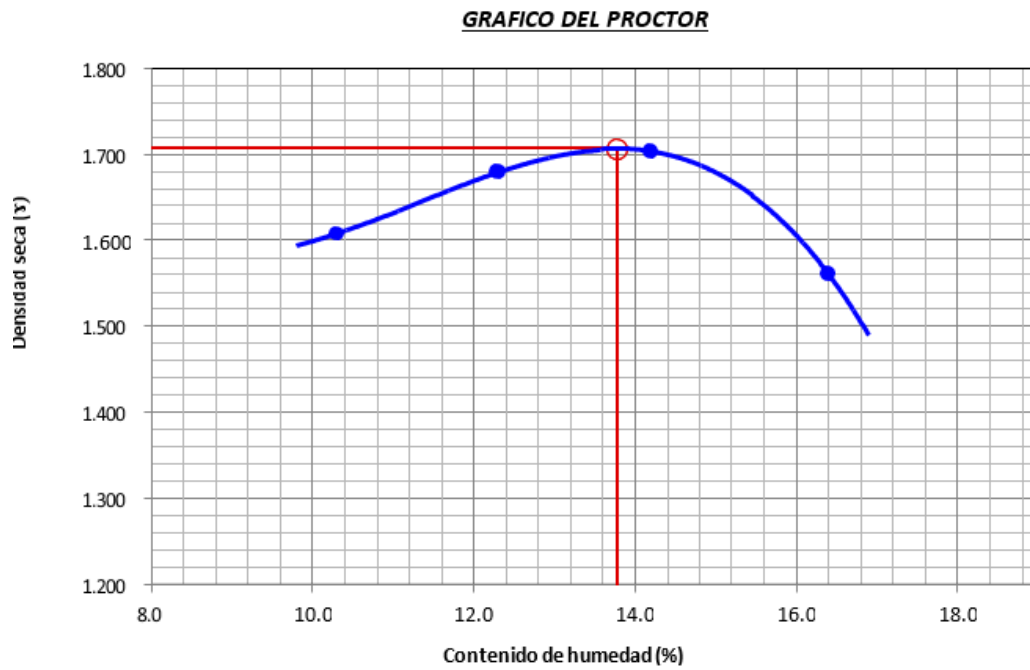
Fuente: Elaboración propia

**Figura 34.** Proctor modificado del SN + 4% de ceniza de totora



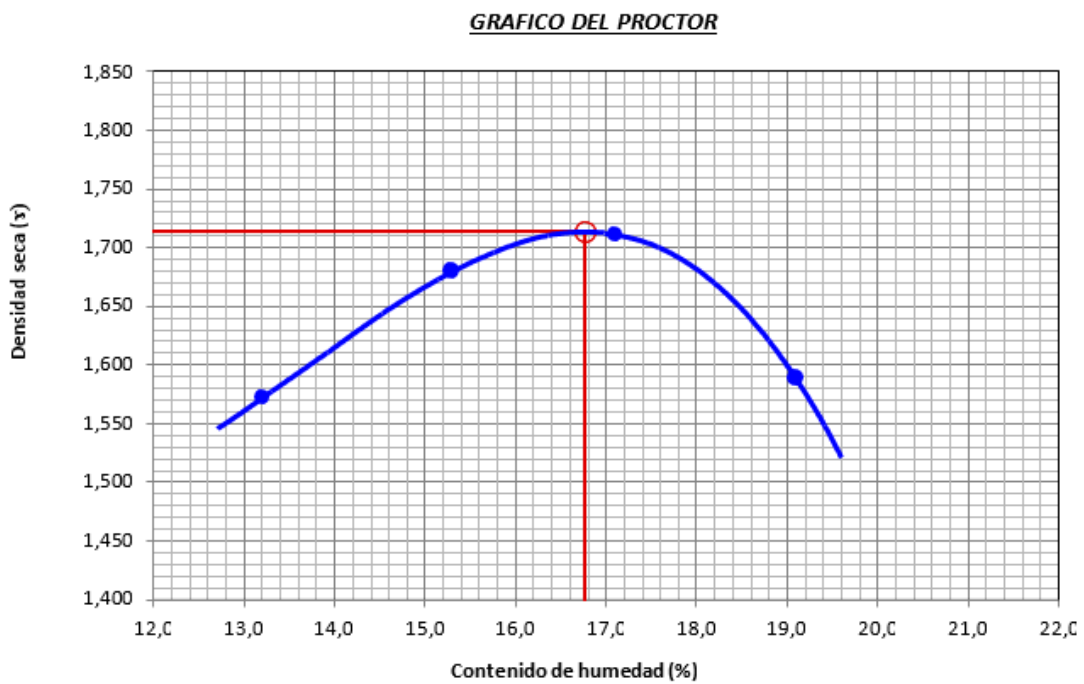
Fuente: Elaboración propia

**Figura 35.** Proctor modificado del SN + 8% de ceniza de totora



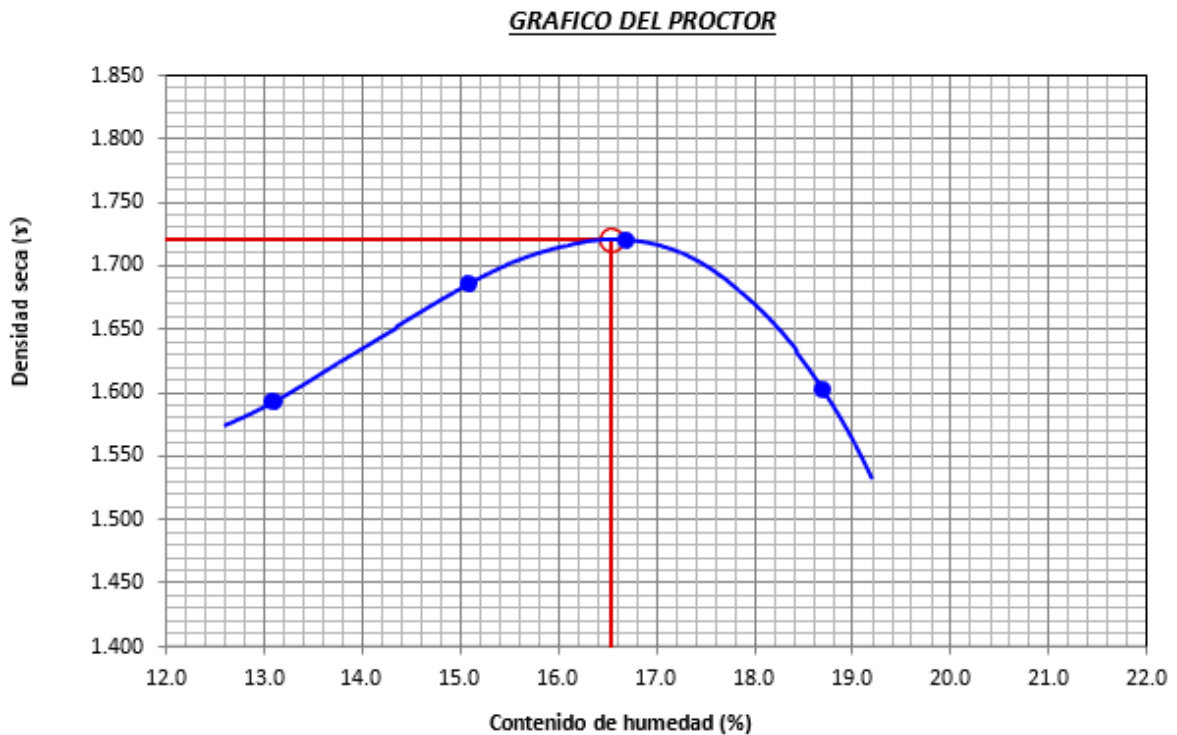
Fuente: Elaboración propia

**Figura 36.** Proctor modificado del SN + 12% de ceniza de totora



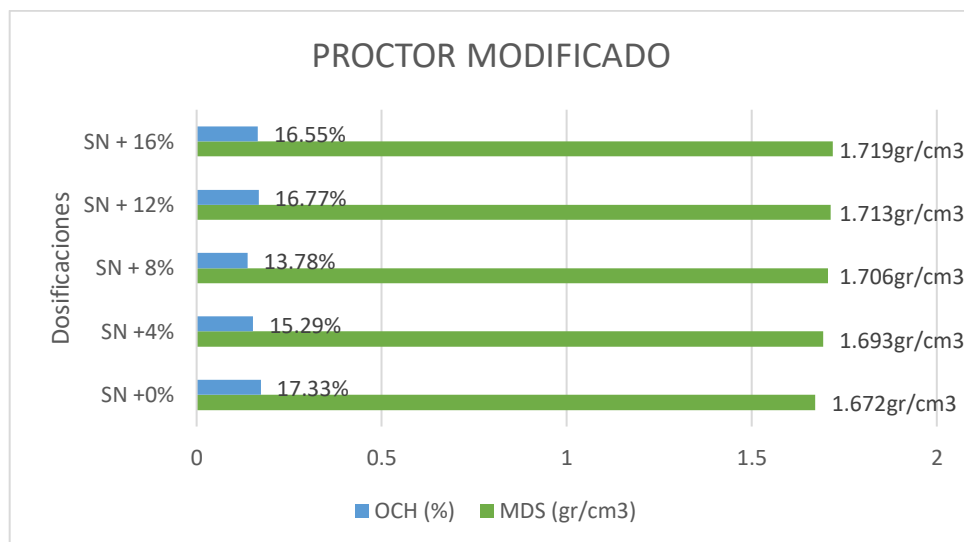
Fuente: Elaboración propia

**Figura 37.** Proctor modificado del SN + 16% de ceniza de totora



Fuente: Elaboración propia

**Figura 38.** Proctor modificado con las dosificaciones



Fuente: Elaboración propia

De la tabla N°18 y figura 21 se observa el resultado del ensayo del proctor modificado de la calicata crítica (03) con las diferentes dosificaciones, con la incorporación del 4% de ceniza de totora se obtuvo una máxima densidad seca de

1.693 gr/cm<sup>3</sup> y contenido de humedad óptimo de 15.29%, con la incorporación del 8% de ceniza de totora se obtuvo una máxima densidad seca de 1.706 gr/cm<sup>3</sup> y contenido de humedad óptimo de 13.78%, con la incorporación del 12% de ceniza de totora se obtuvo una máxima densidad seca de 1.713 gr/cm<sup>3</sup> y contenido de humedad óptimo de 16.77% y con la incorporación del 16% de ceniza de totora se obtuvo una máxima densidad seca de 1.719 gr/cm<sup>3</sup> y contenido de humedad óptimo de 16.55%. De ello, se aprecia que incorporando 16% de ceniza de totora genera una mayor compactación a diferentes de las otras dosificaciones.

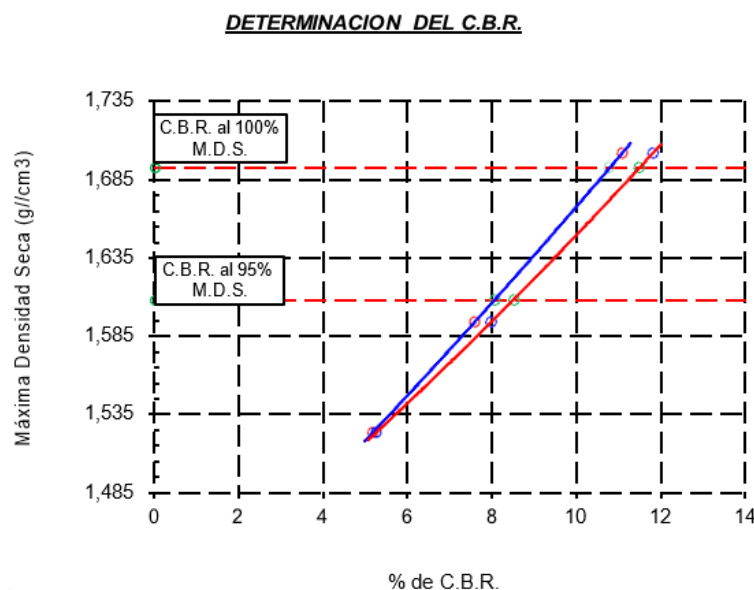
### Valor relativo de soporte (CBR)

**Tabla 19.** Valor relativo de soporte (CBR) con las dosificaciones

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)		
Muestras	C.B.R. 01" al 100%	C.B.R. 01" al 95%
SN +0%	7.20%	5.30%
SN +4%	10.80%	8.10%
SN + 8%	12.50%	10.50%
SN + 12%	17.70%	12.50%
SN + 16%	18.10%	14.60%

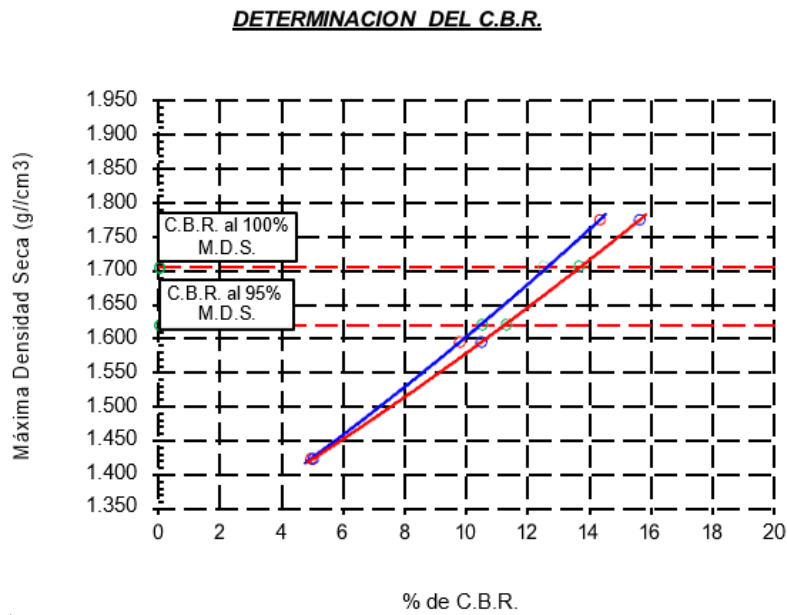
Fuente: Elaboración propia

**Figura 39.** CBR del SN + 4% ceniza de totora



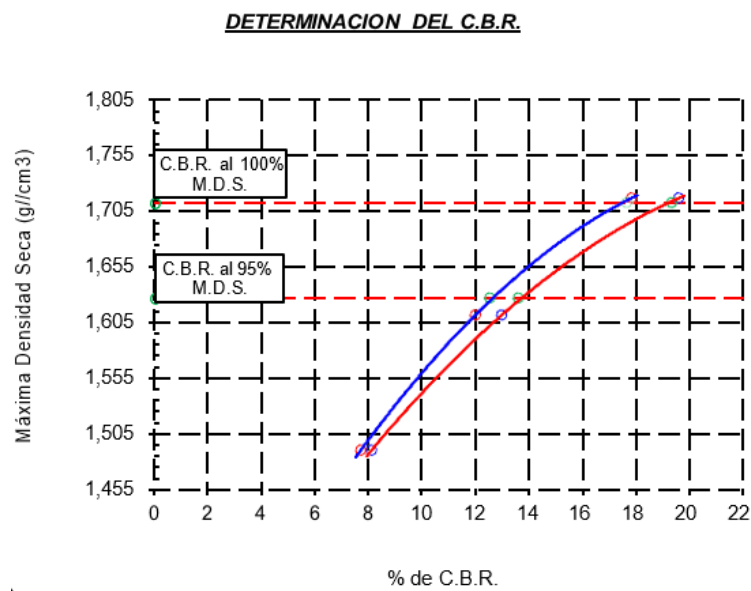
Fuente: Elaboración propia

**Figura 40.** CBR del SN + 8% ceniza de totora



Fuente: Elaboración propia

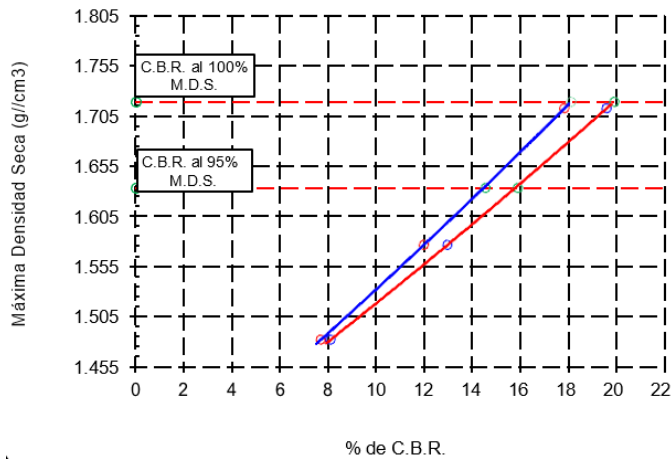
**Figura 41.** CBR del SN + 12% ceniza de totora



Fuente: Elaboración propia

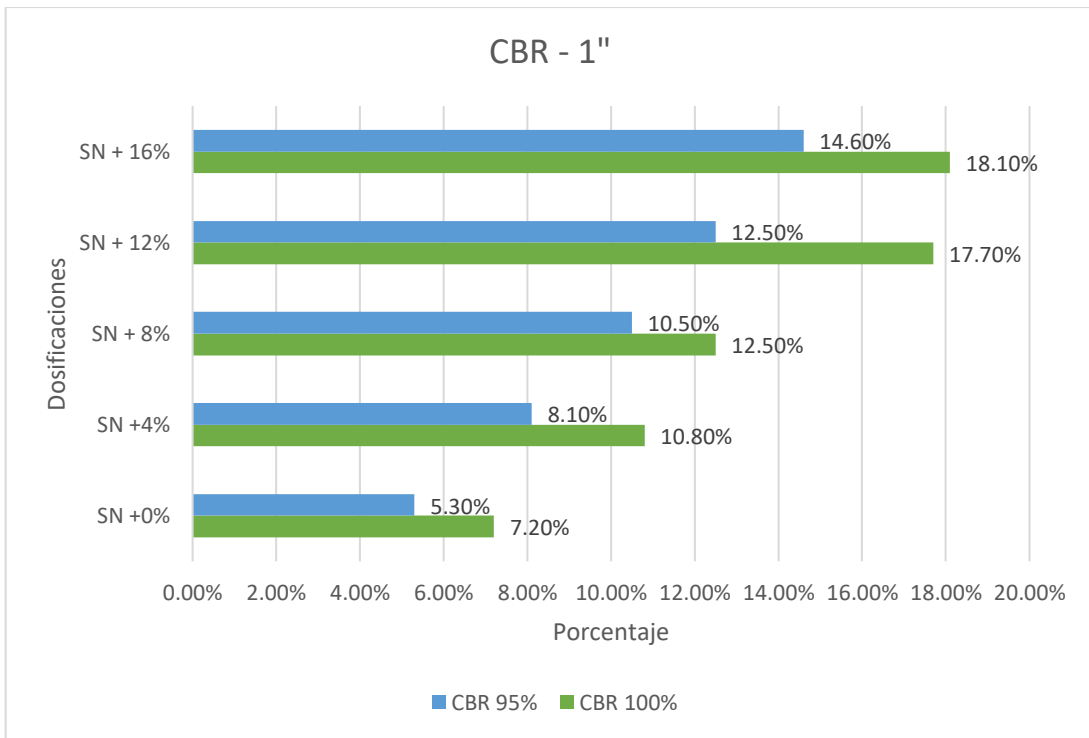
**Figura 42.** CBR del SN + 16% ceniza de totora

**DETERMINACION DEL C.B.R.**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 43.** Valor relativo de soporte (CBR) en estado natural



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla N°19 y la figura 22 se presentan los resultados del ensayo de CBR al 100% y al 95% de la Máxima Densidad Seca de la calicata crítica (03) con las respectivas dosificaciones. El suelo natural con la incorporación del 4% de ceniza de totora se obtuvo un CBR al 100% con 10.80% y al 95% al 8.10%, con la incorporación del 8% de ceniza de totora se obtuvo un CBR al 100% con 12.50% y

al 95% al 10.50%, con la incorporación del 12% de ceniza de totora se obtuvo un CBR al 100% con 17.70% y al 95% al 12.50% y con la incorporación del 16% de ceniza de totora se obtuvo un CBR al 100% con 18.10% y al 95% al 14.60%. Con ello, se muestra que la capacidad de soporte del suelo con la adición del 16% se obtiene un mayor grado.

### **Determinación de costos de producción de Totora**

El Pichu es una medida utilizada por los pobladores, equivale al volumen de totora que se puede abrazar con los dos brazos y su peso esta entre 8Kg y 12 Kg, para la investigación se considerara 11Kg. La producción de totora en una hectárea es de 100 tn equivalente a 9091 pichus, el costo de un picho es de 2.00 soles al mercado actual, entonces el costo por tonelada de totora es de 176 soles.

En el Perú se encuentra el 61.6% de totorales del Lago Titicaca y en Bolivia el 38.4% de la superficie de totorales del Lago Titicaca. Los estudios hechos por el PELT, ALT y el Proyecto de Biodiversidad de Perú Bolivia, sobre la totora es:

**Tabla 20.** Producción de Totora en el lago Titicaca

<b>AÑO</b>	<b>BOLIVIA hectáreas</b>	<b>PERU hectáreas</b>	<b>Total</b>
	Sin datos	52884	
1986	16940	52070	69010
1992	15338	44090	59428
2000 (2)	11989	26640	38629

Fuente: PELT- ALT

### **Análisis de costos unitarios**

Se elaboró un cuadro de costos de producción de ceniza de totora, tomando en cuenta la producción anual de totora que se da en el lago Titicaca.

**Tabla 21.** Costos de producción de Ceniza de Totora

<b>Descripción de recurso</b>	<b>Precio S/. x Ton</b>	<b>Precio S/. x Kg</b>
Totora	176	0.176
Traslado al horno	70	0.07
Incineración	90	0.09
Mano de Obra (04) S/. 40 c/u	160	0.16
<b>TOTAL</b>	<b>496</b>	<b>0.496</b>

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 22.** Costos unitarios con cemento (Cemento Portland tipo I)

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
CORTE DE MATERIAL DE TERRENO A NIVEL DE SUBRASANTE						
m3/DIA	1,237.5000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : m3		36.33	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>						
OPERARIO	hh	0.0000	0.0000	S/. 19.81	S/. 0.00	
CAPATAZ	hh	0.3000	0.0019	S/. 25.75	S/. 0.05	
PEON	hh	3.0000	0.0194	S/. 14.72	S/. 0.29	
					S/. 0.34	
<b>Materiales</b>						
CEMENTO PORTLAND TIPO I	bls		1.3200	S/. 23.32	S/. 30.78	
AGUA PARA LA OBRA	m3		0.1200	S/. 0.32	S/. 0.04	
					S/. 30.82	
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0030	S/. 0.25	S/. 0.001	
EXCAVADORA SOBRE ORUGA	hm	1.0000	0.0065	S/. 307.07	S/. 1.99	
TRACTOR SOBRE ORUGA	hm	0.5000	0.0032	S/. 289.80	S/. 0.94	
RODILLO LISO VIBRATORIO	hm	1.0000	0.0065	S/. 147.36	S/. 0.95	
MOTONIVELADORA	hm	1.0000	0.0065	S/. 200.68	S/. 1.30	
					S/. 5.17	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 23.** Costos unitarios con ceniza de totora

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
CORTE DE MATERIAL DE TERRENO A NIVEL DE SUBRASANTE						
m3/DIA	1,237.5000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : m3		20.55	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>						
OPERARIO	hh	0.0000	0.0000	S/. 19.81	S/. 0.00	
CAPATAZ	hh	0.3000	0.0019	S/. 25.75	S/. 0.05	
PEON	hh	3.0000	0.0194	S/. 14.72	S/. 0.29	
					S/. 0.34	
<b>Materiales</b>						
CENIZA DE TOTORA	kg		30.0000	S/. 0.50	S/. 15.00	
AGUA PARA LA OBRA	m3		0.1200	S/. 0.32	S/. 0.04	
					S/. 15.04	
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0030	S/. 0.25	S/. 0.001	
EXCAVADORA SOBRE ORUGA	hm	1.0000	0.0065	S/. 307.07	S/. 1.99	
TRACTOR SOBRE ORUGA	hm	0.5000	0.0032	S/. 289.80	S/. 0.94	
RODILLO LISO VIBRATORIO	hm	1.0000	0.0065	S/. 147.36	S/. 0.95	
MOTONIVELADORA	hm	1.0000	0.0065	S/. 200.68	S/. 1.30	
					S/. 5.17	

Fuente: Elaboración propia

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para la investigación se tuvo en cuenta antecedentes con elementos de las mismas características orgánicas, debido a que la cantidad de estudios con ceniza de totora son escasas, pero con elementos orgánicas existen lo suficiente. Tomando en cuenta ello, concuerda con Espino (2021), quién realizó una investigación acerca de la incorporación de la ceniza de madera para estabilizar suelos arcillosos, cuya finalidad fue determinar la influencia del material orgánica para la estabilización del suelo arcilloso. Como resultado obtuvo que la ceniza de madera influye significativamente en la estabilización del suelo; al igual que la presente investigación la ceniza de totora mejora algunas propiedades físicas y mecánicas.

Concuerda con Terrones (2018), quién realizó una investigación para estabilizar suelos arcillosos-limosos a través de la incorporación de la ceniza de bagazo de caña, con dosificaciones de 5, 10, 15%. Para la investigación se empleó las dosificaciones de 4%, 8%, 12% y 16% de ceniza de totora, los cuales influyen significativamente, más aún con la incorporación del 16%. Es por ello, que concluyen que las cenizas de los materiales orgánicos mejoran las propiedades del suelo, como así el proceso de construcción vial, y por ser un residuo de un material orgánico.

Gavancho y Quinte (2021), realizaron una investigación cuya finalidad fue determinar la influencia de la ceniza de eucalipto para la estabilización de la subrasante. Concuerda con la presente investigación en cuanto a las pruebas empleadas, para los autores obtuvieron como resultados un suelo + 10%CE aumenta la MDS en 10.45% y disminuye el IP 54.97%, incrementa el CBR en 385.14% y MR en 157.94%, sin embargo, para la presente investigación la dosificación más óptima fue con la incorporación del 16% con un IP de 9%, máxima densidad seca 1.719 gr/cm<sup>3</sup>, óptimo contenido de humedad con 16.55% y 18.10% de CBR. Ambas investigaciones concluyen que incorporar ceniza orgánica mejora las propiedades de la subrasante.

Capuñay y Pastor (2020), realizaron una investigación cuya finalidad fue determinar las propiedades mecánicas y físicas de suelos con la incorporación de ceniza de bagazo de caña de azúcar en dosificaciones de 25, 35 y 45%. La metodología

empleada fue de enfoque cuantitativo, diseño experimental, tipo aplicada y nivel explicado, existe una variación en el CBR y contenido de humedad. Como resultado obtuvo que la dosificación de 35% de la ceniza el CBR fue 17.91%, OCH de 8.07%, MDS 1752 kg/cm<sup>2</sup>, estos valores para arenas mal graduada, para una dosificación de 45% de arena limosa el CBR fue 15.80% y para limo orgánico el CBR 12.59%. Concluyendo que la ceniza de bagazo de caña de azúcar mejora las propiedades de la subrasante.

Gálvez y Santoyo (2019), realizaron una investigación para la estabilización de suelos cohesivos cuya finalidad fue la influencia de ceniza de cascara de arroz para la mejora de la propiedades del suelo, se emplearon dosificaciones del 3%, 10% y 15%, donde la resistencia con la primera dosificación fue 6.68%, con la segunda fue 10.93% y la tercera fue 13.77%. Para la presente investigación la resistencia del suelo fue 10.80% con la incorporación del 4% de ceniza, 12.50% con la incorporación del 8% de ceniza, 17.70% con la incorporación del 12% de ceniza y 18.10% con la incorporación del 16% de ceniza. Llegan a la conclusión que la incorporación de la ceniza de cascara de arroz y ceniza de cascara de totora mejoran las características del suelo.

Morales (2015), realizó una investigación con el propósito de determinar, estimar y evaluar las características mecánicas del suelo con la incorporación de cenizas de carbón empleando dosificaciones como 7, 14 y 21%; para la presente investigación se empleó dosificaciones de 4%, 8%, 12% y 16% de ceniza de totora, aplicando las pruebas de contenido de humedad, límites de consistencia, compactación y CBR. Como resultados encontraron que la ceniza orgánica mezclada con suelos arcillosos y arenosos mejora las características del suelo.

## CONCLUSIONES

La granulometría de la progresiva del km 00+450 o calicata 01, el cual contiene 18.3% de grava, 53.4% de arena y 28.3% de pasante por la malla 200, con contenido de humedad natural de 15.40%, con límite líquido (LL) de 33.00%, límite plástico (LP) de 20.00% e índice de plasticidad (IP) de 13.00%, 1.703gr/cm<sup>3</sup> de máxima densidad seca y 7.53% de contenido de humedad óptima, y CBR al 100% y al 95% de la MDS fue 19.80% y 12.70%, respectivamente. Para la progresiva del km 01+500 o calicata 02, el cual contiene 16.0% de grava, 42.9% de arena y 41.1% de pasante por la malla 200, con contenido de humedad natural de 17.60%, con un L.L. 33.00%, L.P. 21.00% e I.P. 12.00%, 1.682gr/cm<sup>3</sup> de máxima densidad seca y 10.45% de contenido de humedad óptima, y CBR al 100% y al 95% de la MDS fue 12.90% y 8.00%, respectivamente, con ello, la clasificación del suelo según SUCS fue SC y según AASHTO A-2-6(0), es decir, el suelo se cataloga como arena arcillosa con grava. La granulometría de la progresiva del km 02+500 o calicata 03, el cual contiene 11.1% de grava, 33.3% de arena y 55.5% de pasante por la malla 200, con L.L. 35.00%, L.P. 20.00% e I.P. 15.00%, con contenido de humedad de 14.80%, .672gr/cm<sup>3</sup> de máxima densidad seca y 17.33% de contenido de humedad óptima, CBR al 100% y al 95% de la MDS fue 7.20% y 5.30%, respectivamente, clasificando el suelo según SUCS fue CL y según AASHTO A-6(6), es decir, el suelo se cataloga como arcilla arenosa de baja plasticidad.

Para evaluar las propiedades de la subrasante, se analizó la muestra más crítica para combinar con los diferentes porcentajes de ceniza de totora y evaluar qué características mejora y cuáles no, es por ello, que se añadió 04%, 08%, 12% y 16% de ceniza orgánica.

Con la incorporación del 4% se obtuvo un contenido de humedad de 10.90%, un límite líquido de 32%, límite plástico de 18% e índice de plasticidad de 14%, una máxima densidad seca de 1.693 gr/cm<sup>3</sup> y contenido de humedad óptimo de 15.29%, un CBR al 100% con 10.80% y al 95% al 8.10%. Con la incorporación del 8% se obtuvo un contenido de humedad de 15.80%, un límite líquido de 33%, límite plástico de 20% e índice de plasticidad de 13%, una máxima densidad seca de 1.706 gr/cm<sup>3</sup> y contenido de humedad óptimo de 13.78%, un CBR al 100% con 12.50% y al 95% al 10.50%. Con la incorporación del 12% se obtuvo un contenido

de humedad de 14.30%, un límite líquido de 35%, límite plástico de 23% e índice de plasticidad de 12%, una máxima densidad seca de 1.713 gr/cm<sup>3</sup> y contenido de humedad óptimo de 16.77%, un CBR al 100% con 17.70% y al 95% al 12.50%. Con la incorporación del 16% se obtuvo un contenido de humedad de 17.90%, un límite líquido de 33%, límite plástico de 24% e índice de plasticidad de 9%, una máxima densidad seca de 1.719 gr/cm<sup>3</sup> y contenido de humedad óptimo de 16.55%, un CBR al 100% con 18.10% y al 95% al 14.60%.

Además, se concluye que la mejor dosificación fue incorporando 16% de ceniza de totora ya que mejora propiedades físicas y mecánicas, más aún la capacidad de soporte de suelo a nivel de subrasante.

Utilizando la ceniza de Totora como estabilizante, el costo es más económico en comparación con productos como el cemento, además de que la Totora se encuentra disponible en las riberas del lago Titicaca. Al hacer la evaluación del costo unitario en 1m<sup>3</sup> con la aplicación del cemento Portland tipo I fue de S/. 36.33 y el costo unitario con la aplicación de ceniza de totora en 1m<sup>3</sup> es S/. 20.55 entonces, la estabilización con ceniza de totora tiene un menor costo y por lo tanto muy económica.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda que la investigación realizada con ceniza de totora en la estabilización de la subrasante de la trocha carrozable Ccota-Quipata, pueda ser evaluada en otros lugares y ver su factibilidad, de modo que pueda ser utilizada como una alternativa de uso, en la estabilización de suelos.

Se recomienda que las muestras de cenizas orgánicas deben estar libres de sustancias y/o elementos ajenos para su desarrollo en la prueba.

Se recomienda emplear los elementos orgánicos propios de los lugares donde se dé una estabilización de suelos para su análisis en su comportamiento, para emplearlos como agentes estabilizadores y así reducir los costos de estabilizaciones.

Es recomendable que las entidades en general, consideren las investigaciones para emplearlos en los proyectos de ingeniería para el bien de la población y por ende la mejora de su calidad de vida.

En cuanto al uso de la ceniza de totora para estabilización de suelos se recomienda, que este recurso natural sea utilizado de forma moderada, debido a que afectaría al medio ambiente, y un uso exagerado perjudicaría al ecosistema.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andaluz Lopez, R. S. (2022). *Estudio del efecto de la ceniza de cascara de arroz en la propiedades fisico-mecanicas en suelos finos de subrasante.*
- Bouzón, A. R., José, E., Ordóñez, D. P., & Luis, J. (2017). *Cenizas de fondo de carbón: problemática , caracterización y uso como árido en morteros y hormigones.*
- Bryan Ramos, M., & Illidge Quintero, D. F. (2017). *Análisis de la modificación de un suelo altamente plástico con cascarilla de arroz y ceniza volante para subrasante de un pavimento.*
- Camelo Rojas, A. S., & Gonzales Esposito, H. L. (2021). *Propiedades resilientes de subrasantes granulares estabilizadas con ceniza volante para diseño de pavimentos flexibles.*
- Capuñay, C., & Pastor, C. (2020). Estabilización de suelos con cenizas de bagazo de caña de azúcar para uso como subrasante mejorada en los pavimentos de Chimbote. *UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA*, 1–191. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3754>
- Cristobal Gavancho, F. P., & Quinte Baltazar, M. M. (2021). *Estabilización de subrasante con cenizas de eucalipto, paraje turístico Piedra Parada, Concepción, Junín 2021.*
- Dirección de Vialidad. (2020). Manual de Carreteras. In *Ministerio de Obras Públicas* (Vol. 3, Issue Instrucciones y criterios de diseño).
- Duque Escobar, G., & Escobar Potes, C. E. (2002). *www.civilgeeks.com.*
- Espinace Abarzúa, R., & Sanhueza Plaza, C. (2004). *Texto guía para la cátedra de mecánica de suelos.* <https://es.scribd.com/doc/130932487/Libro-Mecanica-de-Suelo>
- ESPINO MARQUEZ, Y. M. (2021). Adición de ceniza de madera de fondo en la estabilización de suelos arcillosos y su aplicación a subrasante. In *Universidad Peruana Los Andes* (Vol. 0, Issue 0). <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/1625>
- Fraga, H. (2018). Geología y Geotecnia. In *Geología y Geotecnia* (Issue 1963). <https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiaygeotecnia/TIPOS DE SUELO.pdf>
- Galvez Reyes, P. M. del R., & Santoyo Villegas, J. K. (2019). Estabilización de

- Suelos cohesivos a nivel de Subrasante con Ceniza de Cáscara de Arroz, Carretera Yanuyacu bajo –señor cautivo. *Universidad Nacional de Jaen*, 1–140.
- Guerrero Dávila, G., & Guerrero Dávila, M. C. (2014). *Metodología de la investigación*. 103.
- Gutiérrez, E., & Vladimirovna, O. (2016). *Estadística Inferencial 1: para Ingeniería y Ciencias*.
- Hernandez Canales, J. C. (2008). Características físicas y propiedades mecánicas de los suelos y sus métodos de medición. In *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents* (Vol. 7, Issue 2).
- Hernandez Sampieri, R. (2014). Metodología de la investigación. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Hughes, R. (2008). Manual de ensayos de suelos y materiales. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Laguna Peñaloza, O. I., & Chacon Charcas, J. M. (2020). Análisis comparativo del comportamiento a la resistencia de un suelo fino con adición de ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de cascarilla de café. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 21, Issue 1). <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101607><https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2020.02.034><https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/cjag.12228><https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104773><https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.04.011><https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.04.011>
- Leoni, A. J. (2020). *Propiedades Físicas De Los Suelos*. <https://cutt.ly/jAZ4MQU>
- Morales Zuluaga, D. (2015). *Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas*.
- PELT-ADESU. (2001). Técnicas De Reimplante De Programa de capacitacion sobre el manejo de la Totora. In *Tecnicas de reimplante de la Totora*.
- Rodriguez Serquen, W. (2020). *Propiedades Índice de los suelos*.
- Rucks, L., Garcia, F., Kaplan, A., Ponce de Leon, J., & Hill, M. (2004). Propiedades físicas del suelo. In *Transactions of the Faraday Society* (Vol. 64). <https://doi.org/10.1039/TF9686403358>
- Terrones Cruz, A. T. (2018). Estabilización De Suelos Arcillosos Adicionando



Cenizas De Bagazo De Caña Para El Mejoramiento De Subrasante En El Sector Barraza, Trujillo – 2018. *Universidad Privada Del Norte*, 385. <https://bit.ly/3dOvaXC>

ABARZA, F. (2012). *Investigacion aplica, investigacion pura*. Bogota - Colombia.

ARIAS, F. G. (2012). *Proyecto de investigacion*. Caracas: EPISTEME, C.A.

Baldovino, J. d., Ronaldo Luis dos Santos Izzo, D., Érico Rafael da Silva, P., & and Juliana Lundgren Rose. (2020). Sustainable Use of Recycled-Glass Powder in Soil Stabilization. *ASCE LIBRARY*. Obtenido de [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0003081](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0003081)

Consoli, N. C., Caicedo, A. M., Saldanha, R. B., & Filho, H. C. (2020). Eggshell Produced Limes: Innovative Materials for Soil Stabilization. *ASCE LIBRARY*. Obtenido de [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0003418](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0003418)

Consoli, N. C., Festugato, L., Filho, H. C., & Miguel, G. D. (2020). Durability Assessment of Soil-Pozzolan-Lime Blends through Ultrasonic-Pulse Velocity Test. *ASCE LIBRARY*. Obtenido de [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0003298#tabs](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0003298#tabs)

Dante, Q. V. (2022). Estabilización de suelos expansivos con ceniza de mazorca de maíz en la ciudad del Cusco. *Ambiente, Comportamiento y Sociedad*. Obtenido de <https://revistas.unsaac.edu.pe/index.php/ACS/article/view/808/1114>

Gucek, I. Z. (2020). The usability of industrial wastes on soil stabilization. *SCIELO*. Obtenido de [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-915X2020000100080&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-915X2020000100080&script=sci_arttext)



Iqbal, K., Xu, C., Nasir, H., Alam, M., Farooq, A., & Williams, E. J. (2020). Effect of Used Motor Oil and Bitumen as Additive on the Permeability and Mechanical Properties of Low Plastic Soil. *Hindawi*. Obtenido de <https://www.hindawi.com/journals/amse/2020/1360197/>

Islam, M. S., & Badhon, F. F. (2020). A Mathematical Model for Shear Strength Prediction of Vetiver Rooted Soil. *ASCE LIBRARY*. Obtenido de <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/9780784482797.010>

Kaneza, N., He, S., Xinbao Yu, P., & Anand J. Puppala, P. F. (2020). Resilient Modulus of Expansive Soils in North Texas Treated with Liquid Ionic Soil

- Stabilizer (LISS). *ASCE LIBRARY*. Obtenido de <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/9780784482780.059>
- Kuldeep Sharma, A. K. (2020). Utilization of industrial waste—based geopolymers as a soil stabilizer—a review. *SpringerLink*. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s41062-020-00350-7>
- Mahesh Prasad Barya, a. k. (2022). Utilización de humedales construidos para la eliminación de metales pesados a través de ladrillos de cenizas volantes fabricados con biomasa vegetal cosechada. *Biblioteca en línea Wiley*. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/eco.2424>
- Min Zheng, Z. H. (2020). Simultaneous control of soil erosion and arsenic leaching at disturbed land using polyacrylamide modified magnetite nanoparticles. *SCIENCEDIRECT*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969719349897>
- Nagasreenivasu Talluri, A. J. (2020). Experimental Studies and Modeling of High-Sulfate Soil Stabilization. *ASCE LIBRARY*. Obtenido de <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29GT.1943-5606.0002240>
- Olger Goñas Labajos, J. H. (2020). Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*. Obtenido de <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/CNI/article/view/589>
- Renjith, R., Robert, D. J., Gunasekara, C., & Sujeeva, S. d. (2020). Optimización de la Estabilización de Suelos Basada en Enzimas. *ASCE LIBRARY*. Obtenido de [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0003124](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0003124)
- Sabri MM, S. K. (2020). LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA RESINA DE POLIURETANO EXPANDIBLE EN FUNCIÓN DE SU NATURALEZA DE EXPANSIÓN VOLUMÉTRICA. *CYBERLENINKA*. Obtenido de <https://cyberleninka.ru/article/n/the-mechanical-properties-of-the-expandable-polyurethane-resin-based-on-its-volumetric-expansion-nature>
- Tang, X., & Nordfors, I. (2020). Pozzolanic Activity of Municipal Sewage Sludge Ash and Its Potential Use for Soft Soil Stabilization. *ASCE LIBRARY*. Obtenido de <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/9780784482780.064>

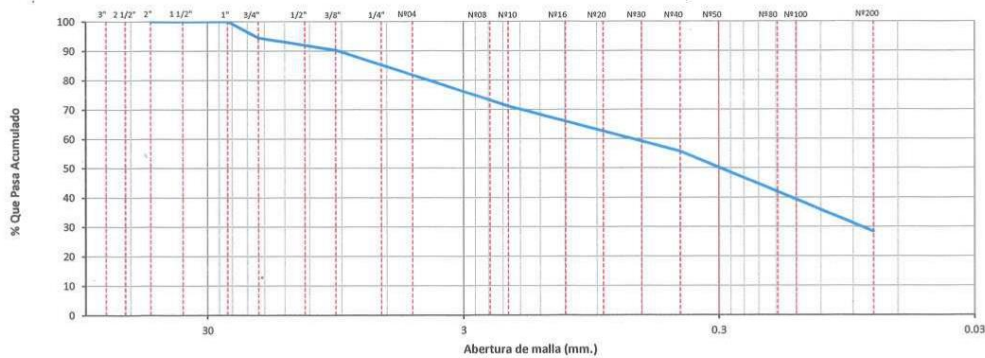
# ANEXOS

	<b>ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS</b> <b>NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204</b>		
	Elaborado por:	Aprobado por:	
	JCCP	GT	

**CLIENTE:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA QUIPATA PUNO, 2022 **TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 001 / 11.1  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 00+450 **APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO **FECHA:** 22/07/2022  
**MUESTRA:** CALICATA C-1

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(PULG)	(mm)					Mín.	Máx.	
3"	75.000							PESO TOTAL : 5968.0 g.
2 1/2"	63.000							PESO LAVADO : 4277.6 g.
2"	50.000							PESO DE FRACCIÓN FINA : 756.0 g.
1 1/2"	37.500							
1"	25.000							PESO HUMEDO : 6890.0 g.
3/4"	19.000	330.0	5.5	5.5	94.5			PESO SECO : 5968.0 g.
1/2"	12.500	145.0	2.4	8.0	92.0			PORCENT. HUMEDAD : 15.4 %
3/8"	9.500	108.0	1.8	9.8	90.2			
1/4"	6.300							% GRAVA : 18.3 %
Nº04	4.750	507.0	8.5	18.3	81.7			% ARENA : 53.4 %
Nº08	2.360							% PASANTE MALLA 200 : 28.3 %
Nº10	2.000	98.0	10.6	28.9	71.1			
Nº16	1.190							<b>CLASIFICACIÓN SUELO:</b>
Nº20	0.850							S.U.C.S. : SC
Nº30	0.600							AASHTO : A-2-6(0)
Nº40	0.425	144.0	15.6	44.4	55.6			DESCRIPCION DEL SUELO :
Nº50	0.300							Arena arcillosa con grava
Nº60	0.177							
Nº100	0.150							
Nº200	0.075	252.0	27.2	71.7	28.3			
< Nº200	FONDO	262.0	28.3	100.0	0.0			

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**



1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

**CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.**  
 ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
**Arnilfo L. Fernández**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto

Realizado por:  
Técnico Laboratorista

**CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.**  
 ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
**Ing. Victor J. Chayña**  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 QIP 20021

Revisado por:  
Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO		
	NORMA: ASTM D 2216 / MTC E 108		
	Elaborado Por:	Aprobado por:	
	JCCSP	GT	

TESIS: ESTABILIZACION DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022

SOLICITANTE: BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO  
 UBICACIÓN: PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 00+450  
 MUESTRA: CALICATA C-1

TIPO/COD. MUESTRA/ SRT. - 001 / M-1  
 APLICACIÓN: SUBRASANTE  
 FECHA: 22/07/2022

DATOS DEL ENSAYO		M-01	M-02
A.- Peso de la muestra húmeda.	g.	6890.0	
B.- Peso de muestra seca	g.	5968.0	
C.- Peso del recipiente	g.	0.0	
D.- Contenido de humedad	%	15.4	
E.- Contenido de humedad (promedio)	%	15.4	

**OBSERVACIONES:**

1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS



  
 Arnulfo L. Fernández  
 Técnico de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

Realizado por:  
 Técnico Laboratorista

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

Revisado por:  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

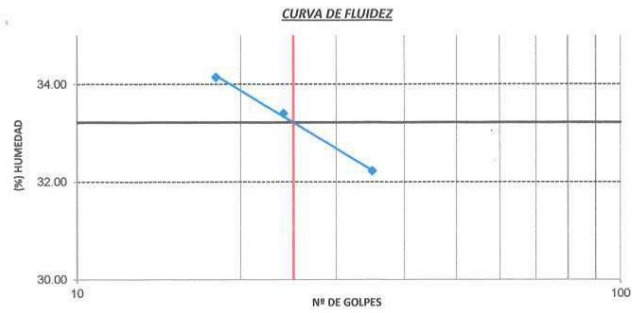
	<b>ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b> <b>NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111</b>		
	Elaborado Por: JCCSP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022  
**TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 001 / M-1  
**APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO  
**FECHA:** 26/07/2022  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 00+450  
**MUESTRA:** CALICATA C-1

DATOS DE ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
N° de tarro	A-15	A-16	A-17	A-20	A-21	
N° de golpes	35	24	18	---	---	
Tarro + suelo húmedo	36.14	35.98	32.69	16.36	17.33	
Tarro + suelo seco	29.56	29.00	26.46	15.12	15.99	
Agua	6.58	6.98	6.23	1.24	1.34	
Peso del tarro	9.14	8.10	8.21	9.00	9.30	
Peso del suelo seco	20.42	20.90	18.25	6.12	6.69	
Porcentaje de humedad	32.22	33.40	34.14	20.26	20.03	

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	33.0 %
Límite Plástico	20.0 %
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	13.0 %



**Notas:**  
- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40



**OBSERVACIONES:**  
1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

**CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.**  
 ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
**Arnulfo J. Fernandez Ortega**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
 Realizado por:  
 Técnico Laboratorista

**CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.**  
 ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
**Ing. Victor Serrano**  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 CIR 25004.1  
 Revisado por:  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56000 pie-lb/pie3)</b>		
	<b>NORMA: ASTM D 1557 / MTC E 115</b>		
Elaborado Por: JCCSP		Aprobado por: GT	

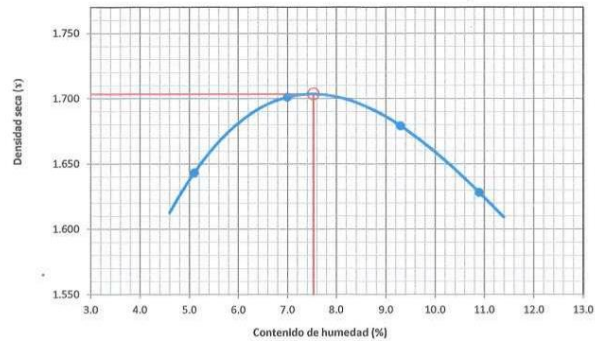
**TESIS:** ESTABILIZACION DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022 **TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 001 / M-1  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO **APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 00+450 **FECHA:** 27/07/2022  
**MUESTRA:** CALICATA C-1

DATOS DE LA COMPACTACIÓN		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	9912	10110	10141	10078
Peso del molde	g.	6258	6258	6258	6258
Peso del suelo húmedo compactado	g.	3654	3852	3883	3820
Volumen del molde	cm3	2116	2116	2116	2116
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.727	1.820	1.835	1.805

CONTENIDO DE HUMEDAD		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	701.0	458.0	505.0	501.9
Peso del suelo seco + tara	g.	667.0	428.0	461.9	452.4
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	34	30	43.1	49.5
Peso de suelo seco	g.	667	428	461.9	452.4
contenido de agua	%	5.1	7.0	9.3	10.9
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.643	1.701	1.679	1.628


DENSIDAD MAXIMA SECA	1.703	g/cm3
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	7.53	%



**GRAFICO DEL PROCTOR**



**OBSERVACIONES:**  
 1.- Método de Aplicación: C  
 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
 Arnulfo L. Fernández  
 Técnico de Laboratorio de  
 Diagnóstico y Asesoría  
 Realizado por:  
 Técnico Laboratorista

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
 Ing. Víctor R. ...  
 Jefe de Laboratorio de  
 Diagnóstico y Asesoría  
 Revisado por:  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b> <b>NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000</b>		
	Elaborado Por:	Aprobado por:	
	JCCSP	GT	

TESIS: ESTABILIZACION DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022

TIPO/COD. MUESTRA: SRT. - 001 / M-1

SOLICITANTE: BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO  
 UBICACIÓN: PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 00+450  
 MUESTRA: CALICATA C-1

APLICACIÓN: SUBRASANTE  
 FECHA: 27/07/2022

COMPACTACIÓN																	
Nº Molde	7			8			9										
Nº Capa	5			5			5										
Nº Golpes por capa	56			25			12										
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado						
Peso molde + Suelo húmedo	12460	12459	12153	12160	12058	12060											
Peso de molde (g)	8463	8463	8381	8381	8453	8453											
Peso del suelo húmedo (g)	3997	3996	3772	3779	3605	3607											
Volumen del molde (cc)	2178	2178	2159	2159	2161	2161											
Densidad húmeda (g/cc)	1.835	1.834	1.747	1.750	1.668	1.669											
% de humedad	7.4	7.3	7.7	7.8	9.6	9.5											
Densidad seca (g/cc)	1.708	1.710	1.622	1.623	1.523	1.525											
CONTENIDO DE HUMEDAD																	
Tarro Nº																	
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )	540.9	540.9	605.4	605.4	501.5	501.5	609.6	609.6	634.9	634.9	705	705					
Tarro + Suelo seco ( gr. )	503.5	503.5	564.3	564.3	465.5	465.5	565.3	565.3	579.4	579.4	644.1	644.1					
Peso del Agua ( gr. )	37.4	37.4	41.1	41.1	36.0	36.0	44.3	44.3	55.5	55.5	60.9	60.9					
Peso del tarro ( gr. )																	
Peso del suelo seco ( gr. )	504	504	564.3	564.3	465.5	465.5	565.3	565.3	579.4	579.4	644.1	644.1					
% de humedad	7.4	7.4	7.3	7.3	7.7	7.7	7.8	7.8	9.6	9.6	9.5	9.5					
Promedio de Humedad (%)	7.4		7.3		7.7		7.8		9.6		9.5						
EXPANSIÓN																	
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN							
				pulg	%		pulg	%		pulg	%						
27/07/2022	17.30	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0						
28/07/2022	17.30	24	3	0.001		1	0.000		4	0.002							
29/07/2022	17.30	48	5	0.002		3	0.001		7	0.003							
30/07/2022	17.30	72	6	0.002		5	0.002		9	0.004							
31/07/2022	17.30	96	8	0.003		9	0.004		11	0.004							
			4.57	total	0.07	4.55	total	0.08	4.53	total	0.10						
PENETRACIÓN																	
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND. kg./cm.2	MOLDE Nº 7				MOLDE Nº 8				MOLDE Nº 9					
mm.	pulg.			CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN				
0.000	0.000	0'00"	0	0	0			0	0	0			0	0	0		
0.640	0.025	0'30"	50.0	85	4.4			31.0	67	3.4			9.0	45	2.3		
1.270	0.050	1'00"	112.0	145	7.5			71.0	106	5.4			34.0	70	3.6		
1.910	0.075	1'30"	196.0	227	11.7			119.0	152	7.8			59.0	94	4.8		
2.540	0.100	2'00"	70.31	261.0	290	14.9	20.1	162.0	194	10.0	12.9		91.0	125	6.4	8.2	
3.170	0.125	2'30"		309.0	337	17.3		191.0	222	11.4			112.0	145	7.5		
3.810	0.150	3'00"		361.0	388	19.9		222.0	252	12.9			129.0	162	8.3		
5.080	0.200	4'00"	105.46	430.0	455	23.4	22.5	264.0	293	15.0	14.4		159.0	191	9.8	8.9	
7.620	0.300	6'00"		560.0	582	29.9		345	372	19.1			191.0	222	11.4		
10.160	0.400	8'00"		670.0	690	35.4		404.0	429	22.1			228.0	258	13.2		
12.700	0.500	10'00"		762.0	780	40.1		456.0	480	24.7			241.0	271	13.9		

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS



Arnulfo L. Fernandez Orosco  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto

Realizado por:  
 Técnico Laboratorista

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

Ing. Victor A. Quecota Soriano  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 CIP 268821

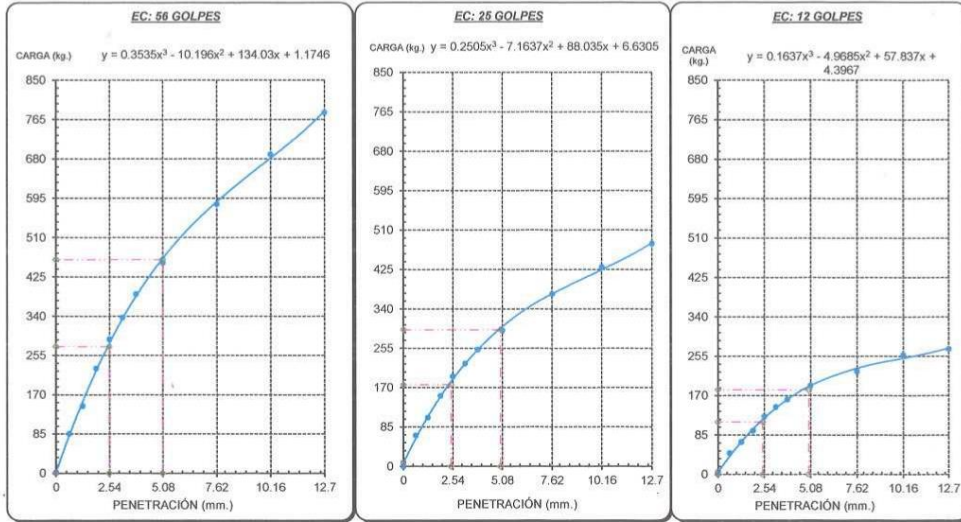
Revisado por:  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b> <b>NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000</b>		
	Elaborado Por:	Aprobado por:	
	JCCSP	GT	

**TESIS:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 00+450  
**MUESTRA:** CALICATA C-1

**TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 001 / M-1  
**APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**FECHA:** 27/07/2022

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**



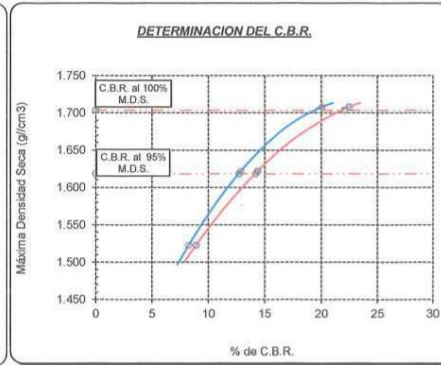
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.703 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.618 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	7.5 %


**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	19.8 %	22.1 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	12.7 %	14.2 %



**OBSERVACIONES:** ACS CONSULTORES S.A.C.  
 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

  
**Arnulfo L. Fernandez Ortega**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Cemento y Asfalto  
 Realizado por:  
 Técnico Laboratorista

**CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.**  
 ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION Y SERVICIOS  
  
**Ing. Victor J. Ayala Serrano**  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Cemento y Asfalto  
 C/07 2020/21  
 Revisado por:  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos



	<b>ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS</b>		
	<b>NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204</b>		
	Elaborado por: JCCP	Aprobado por: GT	

**TESES:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - TIPO/COD. MUESTRA: SRT. - 002 / M-2  
 QUIPATA PUNO, 2022

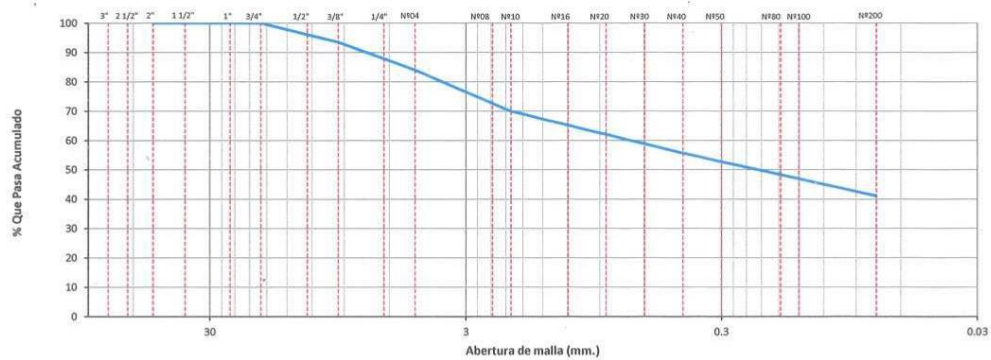
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO      **APLICACIÓN:** SUBRASANTE

**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 01+500      **FECHA:** 1/08/2022

**MUESTRA:** CALICATA C-2

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
						TECNICAS		
(PULG)	(mm)					Min.	Máx.	
3"	75.000							PESO TOTAL : 10588.7 g.
2 1/2"	63.000							PESO LAVADO : 6237.0 g.
2"	50.000							PESO DE FRACCIÓN FINA : 568.0 g.
1 1/2"	37.500							
1"	25.000							PESO HUMEDO : 12456.0 g.
3/4"	19.000				100.0			PESO SECO : 10588.7 g.
1/2"	12.500	187.0	1.8	1.8	98.2			PORCENT. HUMEDAD : 17.6 %
3/8"	9.500	503.0	4.8	6.5	93.5			
1/4"	6.300							% GRAVA : 16.0 %
Nº04	4.750	1007.0	9.5	16.0	84.0			% ARENA : 42.9 %
Nº08	2.360							% PASANTE MALLA 200 : 41.1 %
Nº10	2.000	95.0	14.0	30.1	69.9			
Nº16	1.190							<b>CLASIFICACIÓN SUELO:</b>
Nº20	0.850							S.U.C.S. : SC
Nº30	0.600							AASHTO : A-6(2)
Nº40	0.425	97.0	14.3	44.4	55.6			DESCRIPCION DEL SUELO :
Nº50	0.300							Arena arcillosa con grava
Nº80	0.177							
Nº100	0.150							
Nº200	0.075	98.0	14.5	58.9	41.1			
< Nº200	FONDO	278.0	41.1	100.0	0.0			

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**  
1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

**CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.**  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS



*Armando L. Fernandez Ortega*  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto

Realizado por:  
Técnico Laboratorista

**CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.**  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

*Ing. Victor R. ...*  
Jefe de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto

Revisado por:  
Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO</b> <b>NORMA: ASTM D 2216 / MTC.E 108</b>		
	Elaborado Por: JCCSP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** ESTABILIZACION DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022 **TIPO/COD. MUESTRA/ SRT. - 002 / M-2**  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO **APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 01+500 **FECHA:** 1/08/2022  
**MUESTRA:** CALICATA C-2



DATOS DEL ENSAYO	M-01	M-02
A.- Peso de la muestra húmeda.	g. 12456.0	
B.- Peso de muestra seca	g. 10588.7	
C.- Peso del recipiente	g. 0.0	
D.- Contenido de humedad	% 17.6	
E.- Contenido de humedad (promedio)	%	17.6

**OBSERVACIONES:**

1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

**CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.**  
 ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
**Arnulfo L. Fernandez**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
 Realizado por:  
 Técnico Laboratorista

**CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.**  
 ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
**Ing. Victor**  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos  
 Revisado por:  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

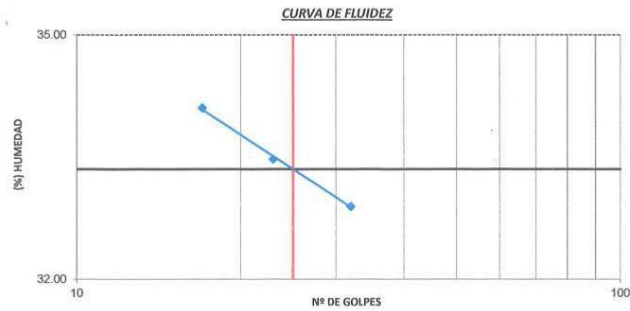
	<b>ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b> <b>NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111</b>		
	Elaborado por: JCCSP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022  
**TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 002 / M-2  
**APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO  
**FECHA:** 04/08/2022  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 01+500  
**MUESTRA:** CALICATA C-2

DATOS DE ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
N° de tarro	C-10	C-10	C-11	C-12	C-13	C-14
N° de golpes	32	32	23	17	---	---
Tarro + suelo húmedo	33.73	33.73	34.52	32.72	23.60	23.50
Tarro + suelo seco	27.51	27.51	28.10	26.78	21.00	20.89
Agua	6.22	6.22	6.42	5.94	2.60	2.61
Peso del tarro	8.60	8.60	8.92	9.36	8.90	8.73
Peso del suelo seco		18.91	19.18	17.42	12.10	12.16
Porcentaje de humedad		32.89	33.47	34.10	21.49	21.46

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	33.0 %
Límite Plástico	21.0 %
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	12.0 %


**Notas:**  
- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40



**OBSERVACIONES:**  
1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
 Arístides L. Fernández Durán  
 Técnico Laboratorio  
 C.I.P. 26611  
 Realizado por:  
 Técnico Laboratorista

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
 Ing. Victor J. Guevecota Serrano  
 Jefe de Laboratorio de Suelo, Control y Asfalto  
 C.I.P. 26611  
 Revisado por:  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO:</b> COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56000 pie-lb/pie3)		
	<b>NORMA:</b> ASTM D 1557 / MTC E 115		
	Elaborado Por: JCCSP	Aprobado por: GT	

**TEISIS:** ESTABILIZACION DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE  
 CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022

**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO

**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 01+500

**MUESTRA:** CALICATA C-2

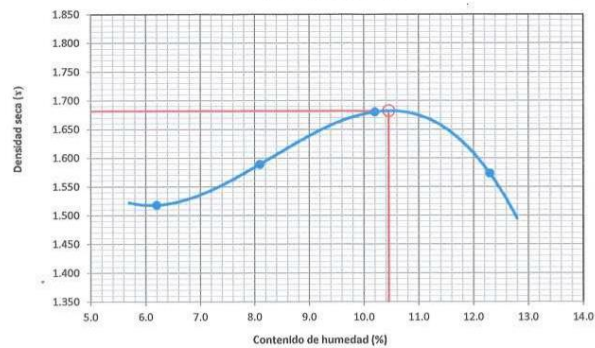
**TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 002 / M-2  
**APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**FECHA:** 5/08/2022

DATOS DE LA COMPACTACIÓN		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	9668	9893	10174	9997
Peso del molde	g.	6258	6258	6258	6258
Peso del suelo húmedo compactado	g.	3410	3635	3916	3739
Volumen del molde	cm3	2116	2116	2116	2116
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.612	1.718	1.851	1.767

CONTENIDO DE HUMEDAD		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	654.0	674.0	682.3	624.3
Peso del suelo seco + tara	g.	616.0	623.4	619.0	556.0
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	38	50.6	63.3	68.3
Peso de suelo seco	g.	616	623.4	619	556
contenido de agua	%	6.2	8.1	10.2	12.3
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.518	1.589	1.680	1.573

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>1.682</b>	g/cm3
<b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>10.45</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



**OBSERVACIONES:**  
 1.- Método de Aplicación: C  
 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

**CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.**  
 ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS



Arnulfo C. Fernandez Ortega  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Control y Asfalto

Realizado por:  
 Técnico Laboratorista

**CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.**  
 ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

Ing. Victor Manuel Soriano  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

Revisado por:  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b> <b>NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000</b>		
	Elaborado Por:	JCCSP	

TESIS: ESTABILIZACION DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022

TIPO/COD. MUESTRA: SRT. - 002 / M-2

SOLICITANTE: BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO

APLICACIÓN: SUBRASANTE

UBICACIÓN: PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 01+500

FECHA: 05/08/2022

MUESTRA: CALICATA C-2

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	1			2			3							
Nº Capa	5			5			5							
Nº Golpes por capa	56			25			12							
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado			Saturado			Sin Saturado			Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo	11092			11142			10943			11031				
Peso de molde (g)	7170			7170			7237			7237				
Peso del suelo húmedo (g)	3922			3972			3706			3794				
Volumen del molde (cc)	2122			2122			2103			2103				
Densidad húmeda (g/cc)	1.848			1.871			1.762			1.804				
% de humedad	9.0			10.1			9.0			10.9				
Densidad seca (g/cc)	1.696			1.699			1.617			1.627				
CONTENIDO DE HUMEDAD														
Tarro Nº	-			-			-			-				
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )	567.9	567.9	652.9	652.9	583	583	664	664	531.0	531.0	579			
Tarro + Suelo seco ( gr. )	521.1	521.1	592.9	592.9	534.9	534.9	599.0	599.0	485.9	485.9	516			
Peso del Agua ( gr. )	46.8	46.8	60.0	60.0	48.1	48.1	65.0	65.0	45.1	45.1	63.0			
Peso del tarro ( gr. )	521			521			592.9			592.9				
Peso del suelo seco ( gr. )	521	521	592.9	592.9	534.9	534.9	599	599	485.9	485.9	516			
% de humedad	9.0	9.0	10.1	10.1	9.0	9.0	10.9	10.9	9.3	9.3	12.2			
Promedio de Humedad (%)	9.0			10.1			9.0			10.9				
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				pulg	%		pulg	%		pulg	%			
5/08/2022	17.30	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0			
6/08/2022	17.30	24	50	0.020		91	0.036		112	0.044				
7/08/2022	17.30	48	102	0.040		189	0.074		216	0.085				
8/08/2022	17.30	72	182	0.072		248	0.098		262	0.103				
9/08/2022	17.30	96	212	0.083		356	0.140		367	0.144				
			4.57	total	1.82	4.54	total	3.09	4.56	total	3.17			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3					
			CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN				
mm.	pulg.	kg./cm.2	ect. Digit	Kg.f	kg./cm.2	%	ect. Digit	Kg.f	kg./cm.2	%	ect. Digit	Kg.f	kg./cm.2	%
0.000	0.000	0'00"	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
0.640	0.025	0'30"	30.0	66	3.4		19.0	55	2.8		8.1	45	2.3	
1.270	0.050	1'00"	71.0	106	5.4		43.0	78	4.0		17.3	54	2.7	
1.910	0.075	1'30"	123.0	156	8.0		72.0	106	5.5		36.3	72	3.7	
2.540	0.100	2'00"	70.31	171.0	203	10.4	13.5	99.0	133	6.8	8.6	52.6	88	4.5
3.170	0.125	2'30"		197.0	228	11.7		114.8	148	7.6		65.4	100	5.1
3.810	0.150	3'00"		229.0	259	13.3		134.2	167	8.6		75.0	109	5.6
5.080	0.200	4'00"	105.46	272.0	301	15.4	15.0	156.2	188	9.7	9.4	91.9	126	6.5
7.620	0.300	6'00"		358.0	385	19.8		208.3	239	12.3		115.2	148	7.6
10.160	0.400	8'00"		420.0	445	22.9		236.3	266	13.7		130.0	163	8.4
12.700	0.500	10'00"		488.0	512	26.3		270.1	299	15.4		149.3	181	9.3

CORPORACION ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCION Y SERVICIOS



Arnulfo L. Fernandez Ortega  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto

Realizado por:  
Técnico Laboratorista

CORPORACION ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCION Y SERVICIOS

Ing. Victor A. Alvarez Serrano  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
CIP 250221

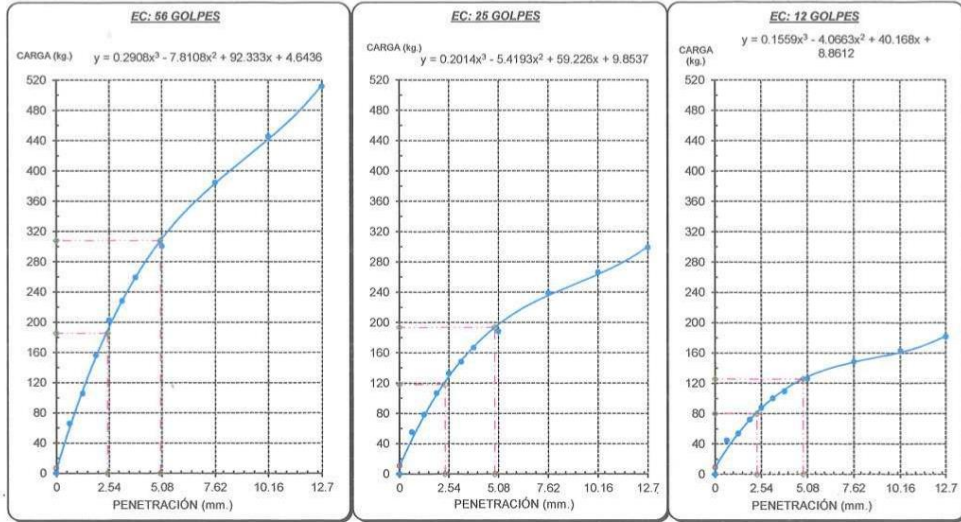
Revisado por:  
Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b> <b>NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000</b>		
	Elaborado por: JCCSP	Aprobado por: GT	

**TEJIS:** ESTABILIZACION DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 01+500  
**MUESTRA:** CALICATA C-2

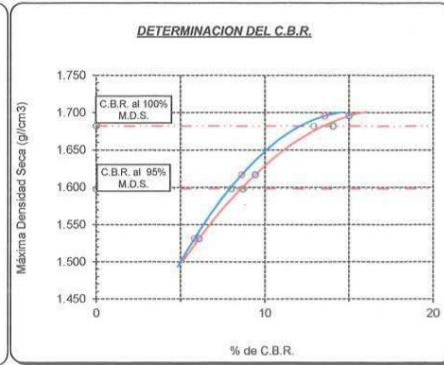
**TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 002 / M-2  
**APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**FECHA:** 05/08/2022

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**



**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

<b>DATOS DEL PROCTOR</b>		<b>VALOR DEL C.B.R.</b>	
DENSIDAD SECA AL 100%	1.682 g./cm <sup>3</sup>	2.54 cm.	5.08 cm.
DENSIDAD SECA AL 95%	1.598 g./cm <sup>3</sup>	C.B.R. AL 100 % M.D.S.	12.9 %
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	10.5 %	C.B.R. AL 95 % M.D.S.	8.0 %
			8.7 %



**OBSERVACIONES:**  
 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

  
 Aracely Fernandez Ortega  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
 Realizado por:  
 Técnico Laboratorista

**CORPORACION ACS CONSULTORES S.A.C.**  
 ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
 Ing. Victor A. Quecota Serrano  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 CIP 259921

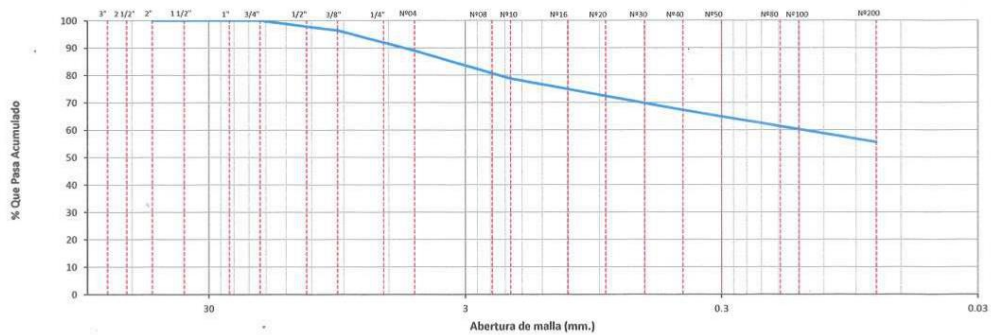
Revisado por:  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS</b>		
	<b>NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204</b>		
Elaborado Por:	JCCP	Aprobado por:	GT

**TESIS:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022  
**TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 003 / M-3  
**APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO  
**FECHA:** 8/08/2022  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500  
**MUESTRA:** CALICATA C-3

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
(PULG)	(mm)					Mín.	Máx.	
3"	75.000							PESO TOTAL : 9779.8 g.
2 1/2"	63.000							PESO LAVADO : 4348.0 g.
2"	50.000							PESO DE FRACCIÓN FINA : 765.0 g.
1 1/2"	37.500							
1"	25.000							PESO HÚMEDO : 11231.0 g.
3/4"	19.000							PESO SECO : 9779.8 g.
1/2"	12.500				100.0			PORCENT. HUMEDAD : 14.8 %
3/8"	9.500	361.0	3.7	3.7	96.3			
1/4"	6.300							% GRAVA : 11.1 %
Nº04	4.750	729.0	7.5	11.1	88.9			% ARENA : 33.3 %
Nº08	2.360							% PASANTE MALLA 200 : 55.5 %
Nº10	2.000	87.2	10.1	21.3	78.7			
Nº16	1.190							
Nº20	0.850							CLASIFICACIÓN SUELO:
Nº30	0.600							S.U.C.S. : CL
Nº40	0.425	99.2	11.5	32.8	67.2			AASHTO : A-6(6)
Nº50	0.300							DESCRIPCIÓN DEL SUELO :
Nº80	0.177							Arcilla arenosa de baja plasticidad
Nº100	0.150							
Nº200	0.075	100.4	11.7	44.5	55.5			
< Nº200	FONDO	478.2	55.5	100.0	0.0			



**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**OBSERVACIONES:**  
1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
 Arnelo E. Fernandez Ordoñez  
 Técnico de Laboratorio de Estudios  
 de Concreto y Asfalto  
 Realizado por:  
 Técnico Laboratorista

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
 Ing. Victor Manuel Chayña Pineda Serrano  
 Jefe de Laboratorio de Estudios, Concreto y Asfalto  
 CIP: 256621  
 Revisado por:  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO NORMA: ASTM D 2216 / MTC E 108		
	Elaborado Por: JCCSP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** ESTABILIZACION DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022 **TIPO/COD. MUESTRA/ SRT. - 003 / M-3**  
**SOLICITANTE:** BACHILLER, CHAYÑA PINEDA RENE HUGO **APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500 **FECHA:** 8/08/2022  
**MUESTRA:** CALICATA C-3



DATOS DEL ENSAYO		M-01	M-02
A.- Peso de la muestra húmeda.	g.	11231.0	
B.- Peso de muestra seca	g.	9779.8	
C.- Peso del recipiente	g.	0.0	
D.- Contenido de humedad	%	14.8	
E.- Contenido de humedad (promedio)	%	14.8	

**OBSERVACIONES:**  
 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
 Arnyho L. Fernandez Ortega  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
 Realizado por:  
 Técnico Laboratorista

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
 Ing. Victor  
 Jefe de Laboratorio  
 Revisado por:  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos



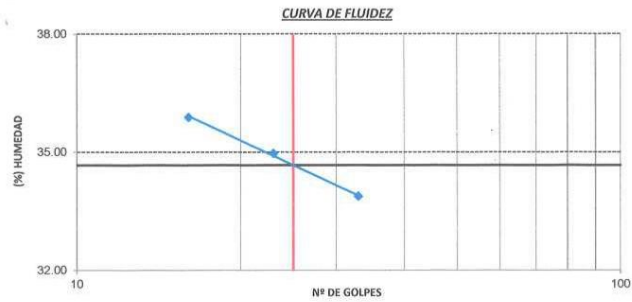
	<b>ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b> <b>NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111</b>		
	Elaborado Por: JCCSP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** ESTABILIZACION DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022  
**TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 003 / M-3  
**APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO  
**FECHA:** 11/08/2022  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500  
**MUESTRA:** CALICATA C-3

DATOS DE ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	B-20	B-21	B-22	B-1	B-2
N° de tarro	33	23	16	----	----
N° de golpes	33	23	16	----	----
Tarro + suelo húmedo	32.43	32.90	31.90	24.17	24.22
Tarro + suelo seco	27.59	28.16	26.83	22.69	22.62
Agua	4.84	4.74	5.07	1.48	1.60
Peso del tarro	13.30	14.60	12.70	15.40	14.60
Peso del suelo seco	14.29	13.56	14.13	7.29	8.02
Porcentaje de humedad	33.87	34.96	35.88	20.30	19.95

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	35.0 %
Límite Plástico	20.0 %
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	15.0 %

**Notas:**  
- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40



**OBSERVACIONES:**  
1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS



Arnulfo L. Fernandez Ortega  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto

Realizado por:  
Técnico Laboratorista

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

Ing. Víctor J. ...  
Jefe de Laboratorio

Revisado por:  
Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56000 pie-lb/pie3)</b>		
	<b>NORMA: ASTM D 1557 / MTC E 115</b>		
	Elaborado Por: JCCSP	Aprobado por: GT	

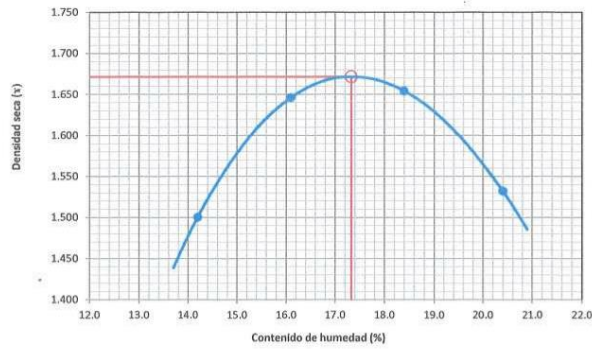
**TESIS:** ESTABILIZACION DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE  
 CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022 **TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 003 / M-3  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO **APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500 **FECHA:** 12/08/2022  
**MUESTRA:** CALICATA C-3

DATOS DE LA COMPACTACIÓN		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	9882	10302	10401	10162
Peso del molde	g.	6258	6258	6258	6258
Peso del suelo húmedo compactado	g.	3624	4044	4143	3904
Volumen del molde	cm3	2116	2116	2116	2116
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.713	1.911	1.958	1.845

CONTENIDO DE HUMEDAD		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	765.0	735.0	772.1	713.0
Peso del suelo seco + tara	g.	670.0	633.0	652.0	592.0
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	95	102	120.1	121
Peso de suelo seco	g.	670	633	652	592
contenido de agua	%	14.2	16.1	18.4	20.4
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.500	1.646	1.654	1.532

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>1.672</b>	g/cm3
<b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>17.33</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



**OBSERVACIONES:**  
 1.- Método de Aplicación: C  
 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

Arnulfo Fernández Ortega  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto

Realizado por:  
 Técnico Laboratorista

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

Jefe de Laboratorio

Revisado por:  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b> <b>NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000</b>		
	Elaborado por: ICCP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022 **TIPO/COD. MUESTRA:** SRT - 003 / M-3  
**SOLICITANTE:** BACHILLER, CHAYÑA PINEDA RENE HUGO **APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500 **FECHA:** 12/08/2022  
**MUESTRA:** CALICATA C-3

COMPACTACIÓN																				
Nº Molde		4			5			6												
Nº Capa		5			5			5												
Nº Golpes por capa		56			25			12												
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado			Saturado			Sin Saturado			Saturado									
Peso molde + Suelo húmedo		11399	11458	11170	11260	11011	11160													
Peso de molde (g)		7213	7213	7165	7165	7179	7179													
Peso del suelo húmedo (g)		4186	4245	4005	4095	3832	3981													
Volumen del molde (cc)		2115	2115	2122	2122	2123	2123													
Densidad húmeda (g/cc)		1.980	2.007	1.887	1.929	1.805	1.875													
% de humedad		17.2	18.0	17.3	17.3	18.4	20.9													
Densidad seca (g/cc)		1.689	1.701	1.609	1.208	1.524	1.550													
CONTENIDO DE HUMEDAD																				
Tarro Nº		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )		534.3	534.3	632.7	632.7	584	584	583.4	583.4	663.0	663.0	637.3	637.3							
Tarro + Suelo seco ( gr. )		456	456	536.0	536.0	498	498	489.0	489	560	560	527	527							
Peso del Agua ( gr. )		78.3	78.3	96.7	96.7	86.0	86.0	94.4	94.4	103.0	103.0	110.3	110.3							
Peso del tarro ( gr. )								394.6												
Peso del suelo seco ( gr. )		456	456	536	536	498	498	489	489	560	560	527	527							
% de humedad		17.2	17.2	18.0	18.0	17.3	17.3	100.0	19.3	18.4	18.4	20.9	20.9							
Promedio de Humedad (%)		17.2	18.0	17.3	17.3	59.7	18.4	18.4	20.9	20.9										
EXPANSIÓN																				
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN										
				pulg	%		pulg	%		pulg	%									
12/08/2022	17.30	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0									
13/08/2022	17.30	24	80	0.031		114	0.045		236	0.093										
14/08/2022	17.30	48	114	0.045		245	0.096		381	0.150										
15/08/2022	17.30	72	238	0.094		351	0.138		412	0.162										
16/08/2022	17.30	96	321	0.126		433	0.170		490	0.193										
			4.43	total	2.85	4.57	total	3.73	4.57	total	4.22									
PENETRACIÓN																				
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 4			MOLDE Nº 5			MOLDE Nº 6											
			CARGA	CORRECCIÓN	%	CARGA	CORRECCIÓN	%	CARGA	CORRECCIÓN	%									
mm.	pulg.	kg./cm.2	ect. Digit	Kg. f	kg./cm.2	%	ect. Digit	Kg. f	kg./cm.2	%	ect. Digit	Kg. f	kg./cm.2	%						
0.000	0.000	0'00"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
0.640	0.025	0'30"	12.0	48	2.5		7.0	44	2.2		3.0	40	2.0							
1.270	0.050	1'00"	34.0	70	3.6		22.4	58	3.0		9.0	45	2.3							
1.910	0.075	1'30"	58.0	93	4.8		37.9	73	3.8		19.0	55	2.8							
2.540	0.100	2'00"	70.31	79.0	113	5.8	7.6	53.2	88	4.5	5.7	27.0	63	3.2	4.1					
3.170	0.125	2'30"	92.0	126	6.5		61.8	97	5.0		35.0	71	3.6							
3.810	0.150	3'00"	108.0	141	7.3		69.2	104	5.3		40.0	75	3.9							
5.080	0.200	4'00"	105.46	127.3	160	8.2	8.0	83.1	117	6.0	5.8	51.4	87	4.4	4.1					
7.620	0.300	6'00"	168.0	200	10.3		100.2	134	6.9		63.2	98	5.0							
10.160	0.400	8'00"	187.0	218	11.2		114.2	147	7.6		67.4	102	5.2							
12.700	0.500	10'00"	219.0	249	12.8		135.6	168	8.6		77.9	112	5.8							



CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

*Arturo L. Fernandez Ortega*  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto  
Realizado por:  
Técnico Laboratorista

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

*Ing. Victor B. Inguacota Serrano*  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
CIP 259221

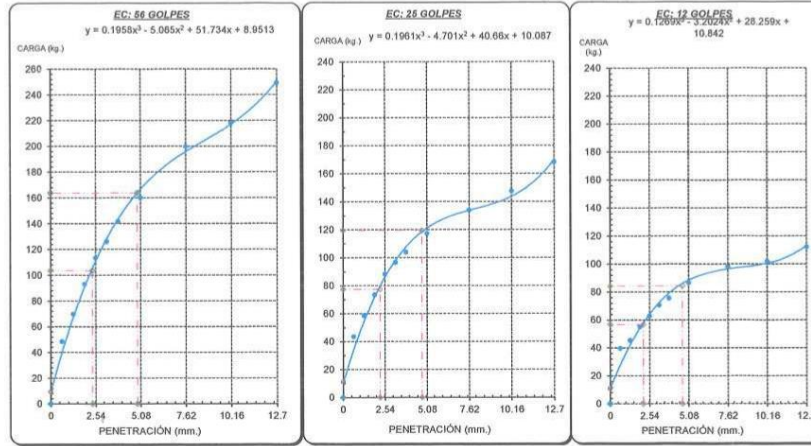
Revisado por:  
Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b> <b>NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000</b>		
	Elaborado Por:	JCCSP	

**TEISIS:** ESTABILIZACION DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500  
**MUESTRA:** CALICATA C-3

**TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 003 / M-3  
**APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**FECHA:** 12/08/2022

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**



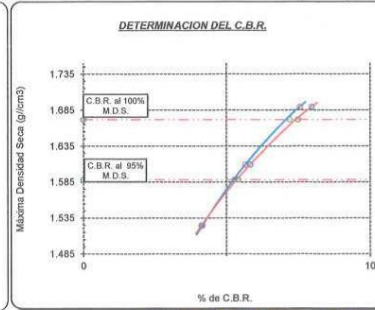
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

**DENSIDAD SECA AL 100%** 1.672 g/cm<sup>3</sup>  
**DENSIDAD SECA AL 95%** 1.588 g/cm<sup>3</sup>  
**OPTIMO CONT. DE HUMEDAD** 17.3 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
<b>C.B.R. AL 100 % M.D.S.</b>	7.2 %	7.5 %
<b>C.B.R. AL 95 % M.D.S.</b>	5.3 %	5.4 %



**OBSERVACIONES:**  
 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

**Armando L. Fernandez Ortega**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos  
 Con Realizado por: [Firma]  
 Técnico Laboratorista

**CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.**  
 ACTIVIDADES CONSULTORIA Y SERVICIOS

**Ing. Víctor A. Espinoza Saraco**  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 CIP: 256631

Revisado por:  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS</b>		
	<b>NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204</b>		
	Elaborado por: JCCP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - TIPO/COD. MUESTRA: SBR - 004 / M-4  
QUIPATA PUNO, 2022

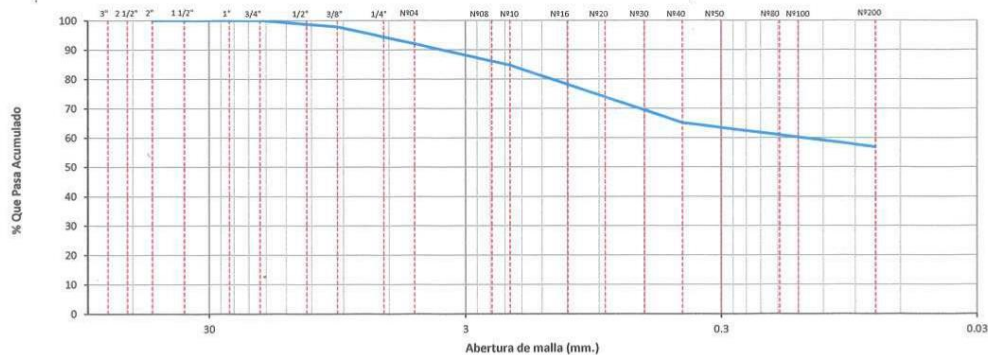
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO **APLICACIÓN:** SUBRASANTE

**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de totora al 4% **FECHA:** 15/08/2022

**MUESTRA:** CALICATA C-3

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(PULG)	(mm)					Mín.	Máx.	
3"	75.000							PESO TOTAL : 12123.8 g.
2 1/2"	63.000							PESO LAVADO : 5235.2 g.
2"	50.000							PESO DE FRACCIÓN FINA : 680.0 g.
1 1/2"	37.500							
1"	25.000							PESO HUMEDO : 13451.0 g.
3/4"	19.000				100.0			PESO SECO : 12123.8 g.
1/2"	12.500	103.0	0.8	0.8	99.2			PORCENT. HUMEDAD : 10.9 %
3/8"	9.500	154.3	1.3	2.1	97.9			
1/4"	6.300							% GRAVA : 8.0 %
Nº04	4.750	713.2	5.9	8.0	92.0			% ARENA : 35.2 %
Nº08	2.360							% PASANTE MALLA 200 : 56.8 %
Nº10	2.000	54.0	7.3	15.3	84.7			
Nº16	1.190							<b>CLASIFICACIÓN SUELO:</b>
Nº20	0.850	67.0	9.1	24.4	75.6			S.U.C.S. : CL
Nº30	0.600							AASHTO : A-6(G)
Nº40	0.425	78.0	10.6	34.9	65.1			DESCRIPCION DEL SUELO :
Nº50	0.300							Arcilla arenosa de baja plasticidad
Nº80	0.177							
Nº100	0.150							
Nº200	0.075	61.0	8.3	43.2	56.8			
< Nº200	FONDO	420.0	56.8	100.0	0.0			

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**  
1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

CORPORACIÓN ACS CONSULTING S.A.C.  
ACTIVIDADES: CONSULTORÍA Y SERVICIOS



Arturo L. Fernandez Ortega  
Técnico de Laboratorio de Quilpa  
Calle...

Realizado por:  
Técnico Laboratorista

CORPORACIÓN ACS CONSULTING S.A.C.  
ACTIVIDADES: CONSULTORÍA Y SERVICIOS

Ing. Víctor A. Chacabuco Carrasco  
Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos  
Calle...

Revisado por:  
Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO		
	NORMA: ASTM D 2216 / MTC E 108		
	Elaborado Por:	Aprobado por:	
	JCCSP	GT	

**TESIS:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022 **TIPO/COD. MUESTRA/ SBR. - 004 / M-4**  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO **APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de totora al 4% **FECHA:** 15/08/2022  
**MUESTRA:** CALICATA C-3



DATOS DEL ENSAYO		M-01	M-02
A.- Peso de la muestra húmeda.	g.	13451.0	
B.- Peso de muestra seca	g.	12123.8	
C.- Peso del recipiente	g.	0.0	
D.- Contenido de humedad	%	10.9	
E.- Contenido de humedad (promedio)	%	10.9	

**OBSERVACIONES:**

1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

  
 CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
 Arnulfo L. Fernández Ortega  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Geotecnia y Pavimentos  
 Realizado por:  
 Técnico Laboratorista

  
 CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
 Ing. Victor  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos  
 Revisado por:  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

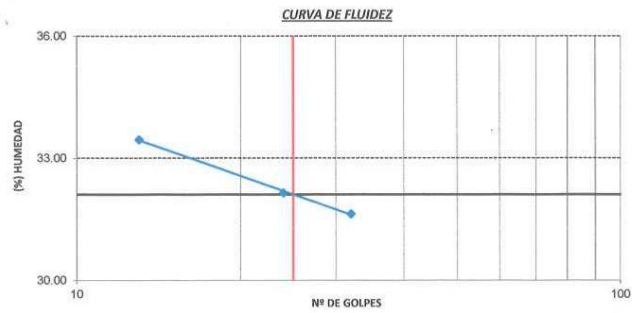
	<b>ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b> <b>NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111</b>		
	Elaborado por: JCCSP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** ESTABILIZACION DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022  
**TIPO/COD. MUESTRA:** SBR. - 004 / M-4  
**APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**FECHA:** 18/08/2022  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de totora al 4%  
**MUESTRA:** CALICATA C-3

DATOS DE ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5
N° de tarro	32	24	13	----	----
N° de golpes	32	24	13	----	----
Tarro + suelo húmedo	25.40	25.80	25.00	19.00	19.15
Tarro + suelo seco	21.70	22.20	21.24	17.99	17.99
Agua	3.70	3.60	3.76	1.01	1.16
Peso del tarro	10.00	11.00	10.00	12.10	11.50
Peso del suelo seco	11.70	11.20	11.24	5.89	6.49
Porcentaje de humedad	31.62	32.14	33.45	17.15	17.87

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	32.0 %
Límite Plástico	18.0 %
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	14.0 %



**Notas:**  
- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40



**OBSERVACIONES:**  
1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

  
 CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
 Fernando Cortez  
 Técnico de Laboratorio  
 Realizado por:  
 Técnico Laboratorista

  
 CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
 Jefe de Laboratorio  
 Revisado por:  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO:</b> COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56000 pie-lb/pie3)		
	<b>NORMA:</b> ASTM D 1557 / MTC E 115		
	Elaborado Por: JCCSP	Aprobado por: GT	

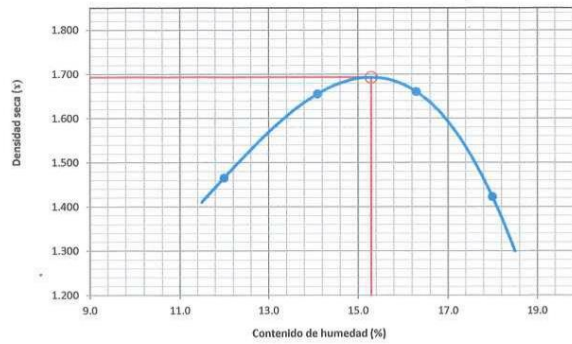
**TESIS:** ESTABILIZACION DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022 **TIPO/COD. MUESTRA:** SBR. - 004 / M-4  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO **APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de totora al 4% **FECHA:** 19/08/2022  
**MUESTRA:** CALICATA C-3

DATOS DE LA COMPACTACIÓN		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	9731	10253	10342	9809
Peso del molde	g.	6258	6258	6258	6258
Peso del suelo húmedo compactado	g.	3473	3995	4084	3551
Volumen del molde	cm3	2116	2116	2116	2116
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.641	1.888	1.930	1.678

CONTENIDO DE HUMEDAD		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	556.0	442.0	467.1	512.3
Peso del suelo seco + tara	g.	496.4	387.5	401.7	434.0
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	59.6	54.5	65.4	78.3
Peso de suelo seco	g.	496.4	387.5	401.7	434
contenido de agua	%	12.0	14.1	16.3	18.0
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.465	1.655	1.660	1.422

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>1.693</b>	g/cm3
<b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>15.29</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**





**OBSERVACIONES:**  
 1.- Método de Aplicación: C  
 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
 Arístides L. Fernández Ontivero  
 Técnico Laboratorio de Suelos y Pavimentos  
 Gerencia de Suelos y Pavimentos  
 Realizado por:  
 Técnico Laboratorista

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
 Ing. Victor  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos  
 Gerencia de Suelos y Pavimentos  
 Revisado por:  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos



	<b>ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b> <b>NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000</b>		
	Elaborado Por:	Aprobado por:	
	JCCSP	GT	

**TESIS:** ESTABILIZACION DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022 **TIPO/COD. MUESTRA:** SBR. - 004 / M-4

**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO **APLICACIÓN:** SUBRASANTE

**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de totora al 4% **FECHA:** 19/08/2022

**MUESTRA:** CALICATA C-3

COMPACTACIÓN															
Nº Molde	1			2			3								
Nº Capa	5			5			5								
Nº Golpes por capa	56			25			12								
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado	Sin Saturado		Saturado	Sin Saturado		Saturado						
Peso molde + Suelo húmedo	11339	11378	11097	11198	10921	11045									
Peso de molde (g)	7170	7170	7237	7237	7189	7189									
Peso del suelo húmedo (g)	4169	4208	3860	3961	3732	3856									
Volumen del molde (cc)	2122	2122	2103	2103	2115	2115									
Densidad húmeda (g/cc)	1.964	1.983	1.835	1.883	1.764	1.823									
% de humedad	15.4	15.9	15.1	18.5	15.8	18.9									
Densidad seca (g/cc)	1.702	1.710	1.594	1.590	1.524	1.533									
CONTENIDO DE HUMEDAD															
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	592	592	612	612	495	495	597.0	597	594.0	594.0	584				
Tarro + Suelo seco (gr.)	513	513	528.0	528.0	430	430	504.0	504	513	513	491				
Peso del Agua (gr.)	79.0	79.0	84.0	84.0	65.0	65.0	93.0	93.0	81.0	81.0	93.0				
Peso del tarro (gr.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Peso del suelo seco (gr.)	513	513	528	528	430	430	504	504	513	513	491				
% de humedad	15.4	15.4	15.9	15.9	15.1	15.1	18.5	18.5	15.8	15.8	18.9				
Promedio de Humedad (%)	15.4			15.9			15.1			18.5					
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				pulg	%		pulg	%		pulg	%				
19/08/2022	17.30	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0				
20/08/2022	17.30	24	9	0.004		13	0.005		9	0.004					
21/08/2022	17.30	48	14	0.006		15	0.006		14	0.006					
22/08/2022	17.30	72	15	0.006		17	0.007		17	0.007					
23/08/2022	17.30	96	17	0.007		19	0.007		19	0.007					
			4.57	total	0.15	4.54	total	0.16	4.56	total	0.16				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
				CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN				
mm.	pulg.		kg./cm.2	ect. Digit	Kg.f	kg./cm.2	%	ect. Digit	Kg.f	kg./cm.2	%	ect. Digit	Kg./cm.2	Kg.f	%
0.000	0.000	0'00"		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.640	0.025	0'30"		19.6	56	2.9		14.3	51	2.6		3.5	40	2.1	
1.270	0.050	1'00"		57.1	92	4.7		42.6	78	4.0		9.6	46	2.4	
1.910	0.075	1'30"		99.4	133	6.8		58.5	93	4.8		26.5	62	3.2	
2.540	0.100	2'00"	70.31	135.3	168	8.6	11.1	83.5	118	6.0	7.6	45.6	81	4.2	5.2
3.170	0.125	2'30"		153.7	186	9.5		94.1	128	6.6		52.5	88	4.5	
3.810	0.150	3'00"		175.8	207	10.6		106.2	140	7.2		64.8	100	5.1	
5.080	0.200	4'00"	105.46	207.4	238	12.2	11.8	135.3	168	8.6	8.0	78.5	113	5.8	5.3
7.620	0.300	6'00"		254.5	284	14.6		157.3	189	9.7		94.6	128	6.6	
10.160	0.400	8'00"		289.5	318	16.3		175.6	207	10.6		100.3	134	6.9	
12.700	0.500	10'00"		342.9	370	19.0		201.2	232	11.9		116.3	149	7.7	

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS



Armando L. Berrocal Quiroga  
Técnico de Laboratorio de Suelos

Realizado por:  
Técnico Laboratorista

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

Ing. Victor J. Berrocal Quiroga  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Pavimentos  
CIP 252021

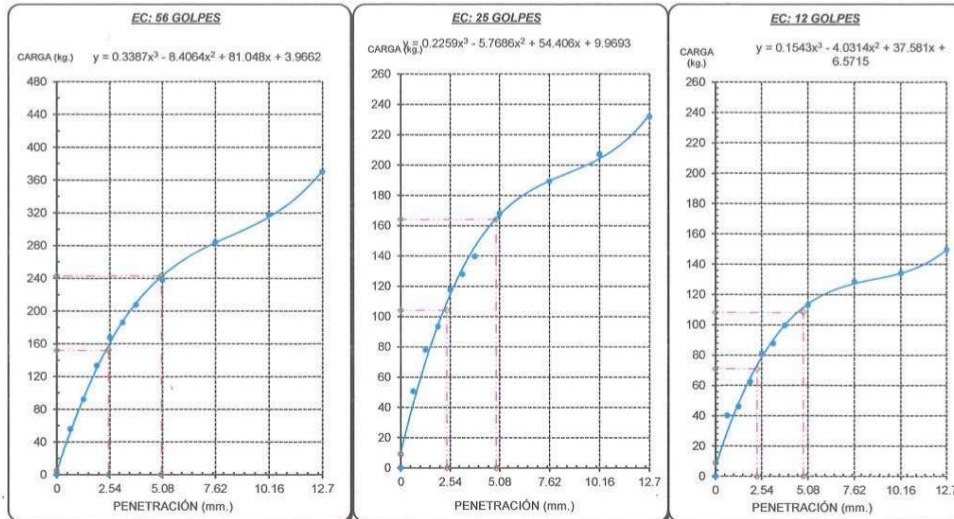
Revisado por:  
Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b> <b>NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000</b>		
	Elaborado Por:	JCCSP	

**TESIS:** ESTABILIZACION DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022  
**SOLICITANTE:** BACHILLER, CHAYÑA PINEDA RENE HUGO  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de totora al 4%  
**MUESTRA:** CALICATA C-3

**TIPO/COD. MUESTRA:** SBR.- 004 / M-4  
**APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**FECHA:** 19/08/2022

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**



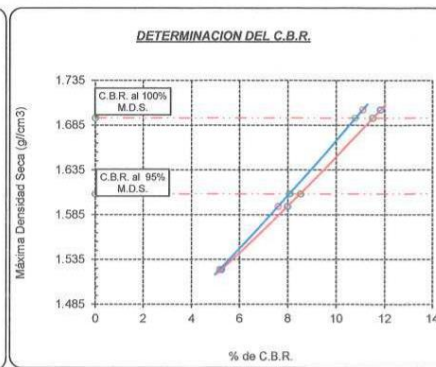
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.693 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.608 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.3 %

**VALOR DEL C.B.R.**



	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	10.8 %	11.5 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	8.1 %	8.5 %



**OBSERVACIONES:**  
 1.- Muestra identificada y realizada por el solicitante.

ACTIVIDADES, CONSTRUCCION Y SERVICIOS  
  
**Arnulfo L. Fernandez Quiroga**  
 Técnico de Laboratorio  
 Revisado por:  
 Técnico Laboratorista

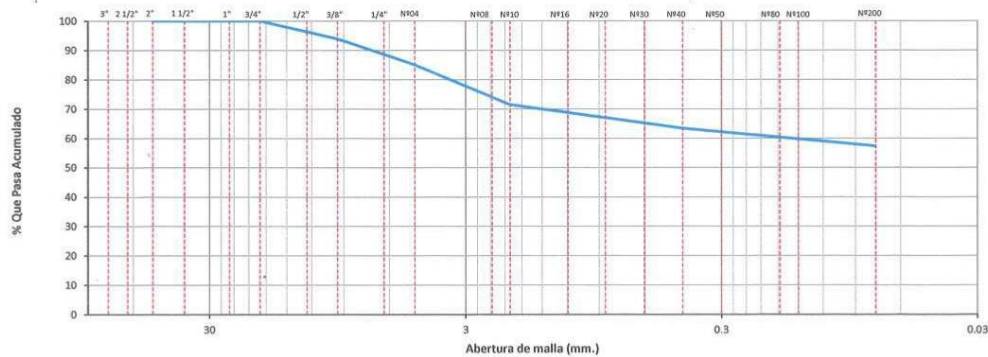
**CORPORACION ACS CONSULTORES S.A.C.**  
 ACTIVIDADES, CONSTRUCCION Y SERVICIOS  
  
**Ing. Victor Manuel Saccata Serrano**  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 G.P. 752111  
 Revisado por:  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS</b>		
	<b>NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204</b>		
	Elaborado Por: JCCP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022 **TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 005 / M-5  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO **APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de totora al 8% **FECHA:** 22/08/2022  
**MUESTRA:** CALICATA C-3

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(PULG)	(mm)					Mín.	Máx.	
3"	75.000							PESO TOTAL : 12653.1 g.
2 1/2"	63.000							PESO LAVADO : 5402.4 g.
2"	50.000							PESO DE FRACCIÓN FINA : 478.0 g.
1 1/2"	37.500							
1"	25.000							PESO HUMEDO : 14654.0 g.
3/4"	19.000							PESO SECO : 12653.1 g.
1/2"	12.500				100.0			PORCENT. HUMEDAD : 15.8 %
3/8"	9.500	780.5	6.2	6.2	93.8			
1/4"	6.300							% GRAVA : 15.0 %
Nº04	4.750	1115.3	8.8	15.0	85.0			% ARENA : 27.7 %
Nº08	2.360							% PASANTE MALLA 200 : 57.3 %
Nº10	2.000	76.0	13.5	28.5	71.5			
Nº16	1.190							CLASIFICACIÓN SUELO:
Nº20	0.850							S.U.C.S. : CL
Nº30	0.600							AASHTO : A-6(6)
Nº40	0.425	45.6	8.1	36.6	63.4			DESCRIPCION DEL SUELO :
Nº50	0.300							Arcilla arenosa de baja plasticidad
Nº80	0.177							
Nº100	0.150							
Nº200	0.075	34.2	6.1	42.7	57.3			
< Nº200	FONDO	322.2	57.3	100.0	0.0			



**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**  
 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
 Arnulfo L. Fernández Quiroga  
 Técnico de Laboratorio de Calidad  
 Realizado por:  
 Técnico Laboratorista

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
 Ing. Victor E. Chayña Pineta Serrano  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Pavimentos  
 CIP 226001  
 Revisado por:  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO		
	NORMA: ASTM D 2216 / MTC E 108		
	Elaborado Por:	Aprobado por:	
	JCCSP	GT	


**TESIS:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022 **TIPO/COD. MUESTRA/ SRT.** - 005 / M-5  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO **APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de totora al 8% **FECHA:** 22/08/2022  
**MUESTRA:** CALICATA C-3

DATOS DEL ENSAYO	M-01	M-02
A.- Peso de la muestra húmeda.	g. 14654.0	
B.- Peso de muestra seca	g. 12653.1	
C.- Peso del recipiente	g. 0.0	
D.- Contenido de humedad	% 15.8	
E.- Contenido de humedad (promedio)	% 15.8	

**OBSERVACIONES:**

1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.



CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

  
 Arnaldo L. Fernández Gitega  
 Técnico de Laboratorio, S.A.C.  
 Realizado por:  
 Técnico Laboratorista

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

  
 Ing. Víctor Manuel Trapani  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Consultoría S.A.C.  
 CIP 282017

Revisado por:  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

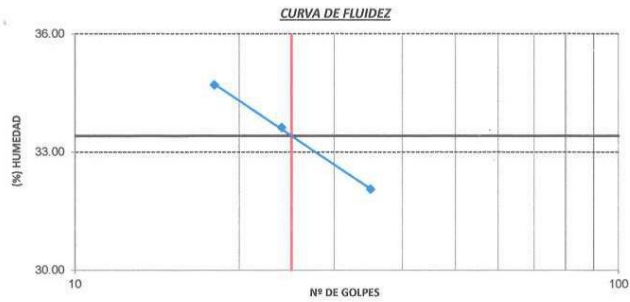
	<b>ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b> <b>NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111</b>		
	Elaborado por: JCCSP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022  
**TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 005 / M-5  
**APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO  
**FECHA:** 25/08/2022  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de totora al 8%  
**MUESTRA:** CALICATA C-3

DATOS DE ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	D-11	D-12	D-13	D-1	D-2
N° de tarro					
N° de golpes	35	24	18	----	----
Tarro + suelo húmedo	29.47	29.97	29.13	21.87	22.10
Tarro + suelo seco	25.23	25.70	24.46	20.56	20.63
Agua	4.24	4.27	4.67	1.31	1.47
Peso del tarro	12.00	13.00	11.00	14.00	13.00
Peso del suelo seco	13.23	12.70	13.46	6.56	7.63
Porcentaje de humedad	32.05	33.62	34.70	19.97	19.27

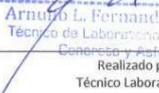
CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	33.0 %
Límite Plástico	20.0 %
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	13.0 %

**Notas:**  
- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40






**OBSERVACIONES:**  
1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

  
 Arnelo L. Fernandez Oriuela  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Censura y Asistido  
 Realizado por:  
 Técnico Laboratorista

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

  
 Ing. Victor Chayña Pineda  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos  
 Revisado por:  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56000 pie-lb/pie3)</b> <b>NORMA: ASTM D 1557 / MTC E 115</b>		
	Elaborado por:	Aprobado por:	
	JCCSP	GT	

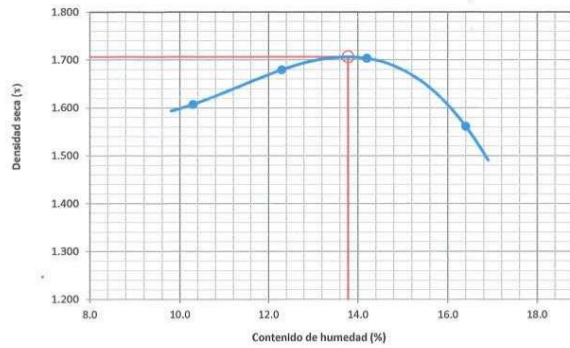
**TESIS:** ESTABILIZACION DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022. **TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 005 / M-5  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO. **APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de totora al 8%. **FECHA:** 26/08/2022  
**MUESTRA:** CALICATA C-3

DATOS DE LA COMPACTACIÓN		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	10010	10249	10373	10102
Peso del molde	g.	6258	6258	6258	6258
Peso del suelo húmedo compactado	g.	3752	3991	4115	3844
Volumen del molde	cm3	2116	2116	2116	2116
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.773	1.886	1.945	1.817

CONTENIDO DE HUMEDAD		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	548.1	500.1	498.4	445.1
Peso del suelo seco + tara	g.	497.1	445.3	436.4	382.5
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	51	54.8	62	62.6
Peso de suelo seco	g.	497.1	445.3	436.4	382.5
contenido de agua	%	10.3	12.3	14.2	16.4
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.607	1.679	1.703	1.561

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>1.706</b>	g/cm3
<b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>13.78</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



**OBSERVACIONES:**  
 1.- Método de Aplicación: C  
 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS



Arnulfo L. Fernandez Ortega  
 Técnico de Laboratorio

Realizado por:  
 Técnico Laboratorista

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

Ing. Victor S. Sarrano  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Cemento y Asfalto  
 CIP: 259621

Revisado por:  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b> <b>NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000</b>		
	Elaborado por:	Aprobado por:	
	JCCSP	GT	

TESIS: ESTABILIZACION DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022

TIPO/COD. MUESTRA: SRT. - 005 / M-5

SOLICITANTE: BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO

APLICACIÓN: SUBRASANTE

UBICACIÓN: PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de totora al 8%

FECHA: 26/08/2022

MUESTRA: CALICATA C-3

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	7			8			9							
Nº Capa	5			5			5							
Nº Golpes por capa	56			25			12							
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12899	12898	12349	12419	12023	12179								
Peso de molde (g)	8463	8463	8381	8381	8453	8453								
Peso del suelo húmedo (g)	4436	4435	3968	4038	3570	3726								
Volumen del molde (cc)	2178	2178	2159	2159	2161	2161								
Densidad húmeda (g/cc)	2.036	2.036	1.838	1.870	1.652	1.724								
% de humedad	14.8	15.0	15.2	17.6	16.0	19.9								
Densidad seca (g/cc)	1.774	1.771	1.595	1.591	1.424	1.438								
CONTENIDO DE HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	490	490	637	637	567	567	576	576	660.0	660.0	638	638		
Tarro + Suelo seco (gr.)	427	427	554.0	554.0	492.1	492.1	490.0	490	568.9	568.9	532	532		
Peso del Agua (gr.)	63.0	63.0	83.0	83.0	74.9	74.9	86.0	86.0	91.1	91.1	106.0	106.0		
Peso del tarro (gr.)														
Peso del suelo seco (gr.)	427	427	554	554	492.1	492.1	490	490	568.9	568.9	532	532		
% de humedad	14.8	14.8	15.0	15.0	15.2	15.2	17.6	17.6	16.0	16.0	19.9	19.9		
Promedio de Humedad (%)	14.8		15.0		15.2		17.6		16.0		19.9			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				pulg	%		pulg	%		pulg	%			
26/08/2022	17.30	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0			
27/08/2022	17.30	24	58	0.023		98	0.039		121	0.048				
28/08/2022	17.30	48	145	0.057		262	0.103		249	0.098				
29/08/2022	17.30	72	261	0.103		324	0.128		392	0.154				
30/08/2022	17.30	96	351	0.138		392	0.154		501	0.197				
			4.57	total	3.02	4.55	total	3.39	4.53	total	4.35			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 7			MOLDE Nº 8			MOLDE Nº 9				
mm.	pulg.			ect. Digit	Kg.f	kg./cm.2	%	ect. Digit	Kg.f	kg./cm.2	%	ect. Digit	Kg.f	kg./cm.2
0.000	0.000	0'00"	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
0.640	0.025	0'30"	25.7	62	3.2		17.4	54	2.8		7.5	44	2.3	
1.270	0.050	1'00"	78.5	113	5.8		48.9	84	4.3		18.7	55	2.8	
1.910	0.075	1'30"	130.2	163	8.4		79.1	113	5.8		34.5	70	3.6	
2.540	0.100	2'00"	180.4	212	10.9	14.3	110.4	144	7.4	9.8	45.3	81	4.1	4.9
3.170	0.125	2'30"	204.5	235	12.1		129.4	162	8.3		52.6	88	4.5	
3.810	0.150	3'00"	245.4	275	14.1		150.5	183	9.4		61.4	96	4.9	
5.080	0.200	4'00"	291.4	320	16.4	15.6	189.4	220	11.3	10.5	70.2	105	5.4	5.0
7.620	0.300	6'00"	378.5	405	20.8		245.4	275	14.1		78.3	113	5.8	
10.160	0.400	8'00"	439.4	464	23.8		273.0	302	15.5		89.4	123	6.3	
12.700	0.500	10'00"	502.4	526	27.0		302.4	330	17.0		124.6	158	8.1	

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS



Arnulfo L. Ferrnández  
Técnico de Laboratorio de Suelos y Pavimentos  
Código y Asignatura

Realizado por:  
Técnico Laboratorista

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

Ing. Víctor R. Serrano  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Canchali y Adolfo  
CIP: 25921

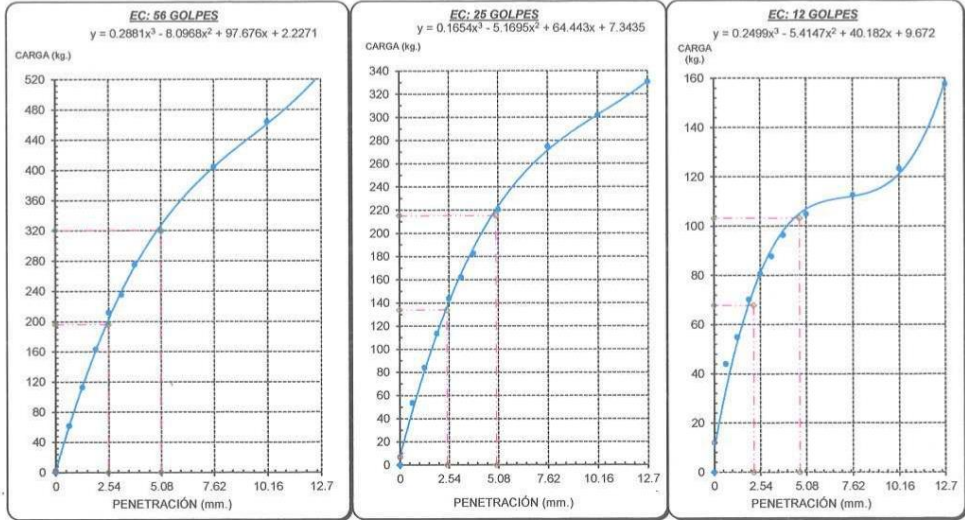
Revisado por:  
Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b> <b>NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000</b>		
	Elaborado Por:	JCCSP	

**TEISIS:** ESTABILIZACION DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de totora al 8%  
**MUESTRA:** CALICATA C-3

**TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 005 / M-5  
**APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**FECHA:** 26/08/2022

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**



**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

**DENSIDAD SECA AL 100%** 1.706 g/cm<sup>3</sup>  
**DENSIDAD SECA AL 95%** 1.621 g/cm<sup>3</sup>  
**OPTIMO CONT. DE HUMEDAD** 13.8 %

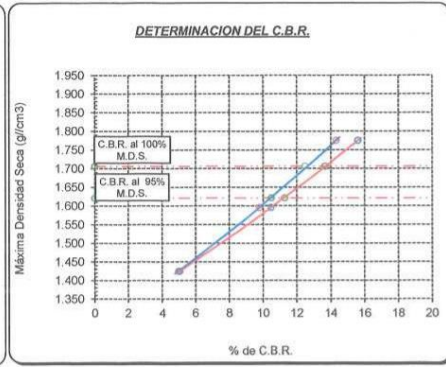
**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
<b>C.B.R. AL 100% M.D.S.</b>	12.5 %	13.7 %
<b>C.B.R. AL 95% M.D.S.</b>	10.5 %	11.3 %

**GRAFICO DEL PROCTOR**



**DETERMINACION DEL C.B.R.**



**OBSERVACIONES:**

- Muestra obtenida en terreno y preparada en el laboratorio.

  
**Arlindo L. Fernandez Ordoñez**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Realizado por:  
 Técnico Laboratorista

**CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.**  
 ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
**Iny. Víctor Manuel Quecota Serrano**  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Control y Análisis  
 CIP 225121

Revisado por:  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos



	<b>ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS</b>		
	<b>NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204</b>		
	Elaborado por: JCCP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022 **TIPO/COD. MUESTRA:** SRT - 007 / M-7

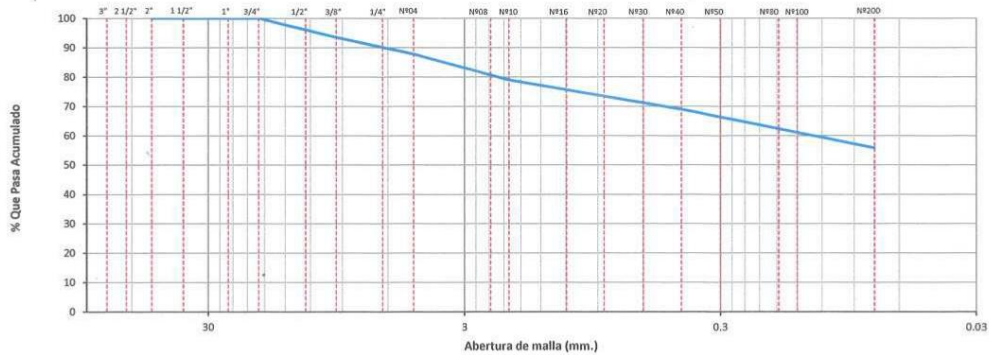
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO **APLICACIÓN:** SUBRASANTE

**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de totora al 12% **FECHA:** 5/09/2022

**MUESTRA:** CALICATA C-3

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(PULG)	(mm)					Mín.	Máx.	
3"	75.000							PESO TOTAL : 13772.8 g.
2 1/2"	63.000							PESO LAVADO : 6092.7 g.
2"	50.000							PESO DE FRACCIÓN FINA : 965.3 g.
1 1/2"	37.500							
1"	25.000							PESO HUMEDO : 15743.2 g.
3/4"	19.000							PESO SECO : 13772.8 g.
1/2"	12.500				100.0			PORCENT. HUMEDAD : 14.3 %
3/8"	9.500	891.4	6.5	6.5	93.5			
1/4"	6.300							% GRAVA : 12.2 %
Nº04	4.750	793.0	5.8	12.2	87.8			% ARENA : 32.0 %
Nº08	2.360							% PASANTE MALLA 200 : 55.8 %
Nº10	2.000	97.0	8.8	21.1	78.9			
Nº16	1.190							<b>CLASIFICACIÓN SUELO:</b>
Nº20	0.850							S.U.C.S. : CL
Nº30	0.600							AASHTO : A-6(5)
Nº40	0.425	110.0	10.0	31.1	68.9			DESCRIPCION DEL SUELO :
Nº50	0.300							Arcilla arenosa de baja plasticidad
Nº80	0.177							
Nº100	0.150							
Nº200	0.075	145.0	13.2	44.2	55.8			
< Nº200	FONDO	613.3	55.8	100.0	0.0			

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**  
1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS



*Arnulfo E. Fernandez Ortega*  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto

Realizado por:  
Técnico Laboratorista

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

*Ing. Luis...*  
Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

Revisado por:  
Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO</b> <b>NORMA: ASTM D 2216 / MTC E 108</b>		
	Elaborado Por: JCCSP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** ESTABILIZACION DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022  
**TIPO/COD. MUESTRA/ SRT. - 007 / M-7**

**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO  
**APLICACIÓN:** SUBRASANTE

**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de totora al 12%  
**FECHA:** 5/09/2022

**MUESTRA:** CALICATA C-3

DATOS DEL ENSAYO		M-01	M-02
A.- Peso de la muestra húmeda.	g.	15743.2	
B.- Peso de muestra seca	g.	13772.8	
C.- Peso del recipiente	g.	0.0	
D.- Contenido de humedad	%	14.3	
E.- Contenido de humedad (promedio)	%	<b>14.3</b>	

**OBSERVACIONES:**  
 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.



CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

  
 Arnulfo L. Fernandez Gilson  
 Técnico de Laboratorio de Suelos y Pavimentos  
 Realizado por:  
 Técnico Laboratorista

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

  
 Ing. Victor A. Aguacota Serrano  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Concrete y Adidos  
 CIP 29422-1

Revisado por:  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

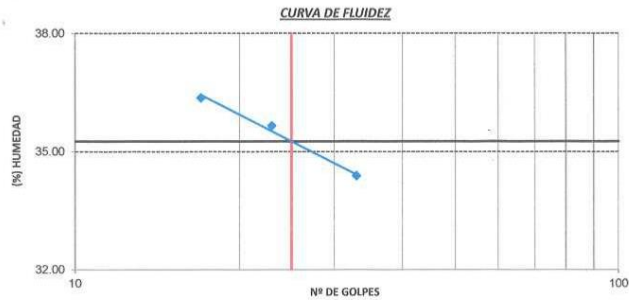
	<b>ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b> <b>NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111</b>		
	Elaborado por: JCCSP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022  
**TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 007 / M-7  
**APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO  
**FECHA:** 08/09/2022  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de totora al 12%  
**MUESTRA:** CALICATA C-3

DATOS DE ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
Nº de tarro	A-15	A-16	A-17	A-2	A-4	
Nº de golpes	33	23	17	---	---	
Tarro + suelo húmedo	28.25	28.62	27.70	21.03	21.10	
Tarro + suelo seco	23.99	24.46	23.29	19.60	19.52	
Agua	4.26	4.16	4.41	1.43	1.58	
Peso del tarro	11.60	12.79	11.16	13.43	12.74	
Peso del suelo seco	12.39	11.67	12.13	6.17	6.78	
Porcentaje de humedad	34.38	35.65	36.36	23.18	23.30	

CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	35.0 %
Límite Plástico	23.0 %
Índice de Plasticidad (Malla Nº40)	12.0 %

**Notas:**  
- Ensayo efectuado al material pasante la malla Nº40



**OBSERVACIONES:**  
1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
 Arnulfo L. Fernández  
 Técnico de Laboratorio de Suelos  
 Realizado por:  
 Técnico Laboratorista

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
 Revisado por:  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56000 pie-lb/pie3)</b>		
	<b>NORMA: ASTM D 1557 / MTC E 115</b>		
	Elaborado Por: JCCSP	Aprobado por: GT	

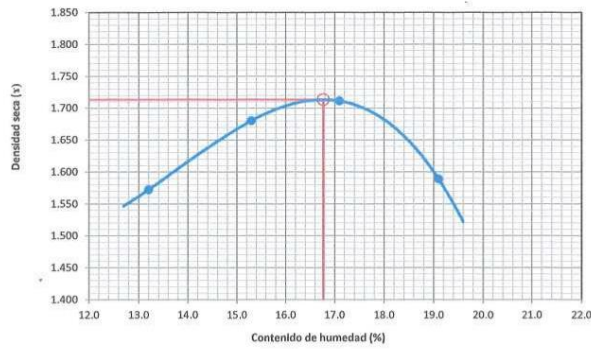
**TESIS:** ESTABILIZACION DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022 **TIPO/COD. MUESTRA:** SRT.- 007 / M-7  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO **APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de totora al 12% **FECHA:** 9/09/2022  
**MUESTRA:** CALICATA C-3

DATOS DE LA COMPACTACIÓN		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	10023	10356	10497	10263
Peso del molde	g.	6258	6258	6258	6258
Peso del suelo húmedo compactado	g.	3765	4098	4239	4005
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2116	2116	2116	2116
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.779	1.937	2.003	1.893

CONTENIDO DE HUMEDAD		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	760.0	735.4	772.4	713.7
Peso del suelo seco + tara	g.	671.2	638.0	659.8	599.1
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	88.8	97.4	112.6	114.6
Peso de suelo seco	g.	671.2	638	659.8	599.1
contenido de agua	%	13.2	15.3	17.1	19.1
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.572	1.680	1.711	1.589

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>1.713</b>	g/cm <sup>3</sup>
<b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>16.77</b>	%



**GRAFICO DEL PROCTOR**



**OBSERVACIONES:**  
 1.- Método de Aplicación: C  
 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
 Arnulfo L. Fernandez Ortega  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
 Realizado por:  
 Técnico Laboratorista

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
 Jefe de Laboratorio  
 Revisado por:  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b> <b>NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000</b>		
	Elaborado Por:	Aprobado por:	
	JCCSP	GT	

**TESIS:** ESTABILIZACION DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022  
**TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 007 / M-7

**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de totora al 12%  
**FECHA:** 09/09/2022

**MUESTRA:** CALICATA C-3

COMPACTACIÓN															
Nº Molde	4			5			6								
Nº Capa	5			5			5								
Nº Golpes por capa	56			25			12								
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo	11465	11479	11209	11200	10907	10960									
Peso de molde (g)	7213	7213	7165	7165	7179	7179									
Peso del suelo húmedo (g)	4252	4266	4044	4035	3728	3781									
Volumen del molde (cc)	2115	2115	2122	2122	2123	2123									
Densidad húmeda (g/cc)	2.011	2.017	1.905	1.901	1.756	1.781									
% de humedad	17.1	17.9	18.2	18.8	17.8	19.1									
Densidad seca (g/cc)	1.717	1.712	1.612	1.600	1.490	1.495									
CONTENIDO DE HUMEDAD															
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )	535.1	535.1	634.1	634.1	585.1	585.1	585.9	585.9	662.0	662.0	636				
Tarro + Suelo seco ( gr. )	457	457	538.0	538.0	495	495	493.0	493	562	562	534				
Peso del Agua ( gr. )	78.1	78.1	96.1	96.1	90.1	90.1	92.9	92.9	100.0	100.0	102.0				
Peso del tarro ( gr. )															
Peso del suelo seco ( gr. )	457	457	538	538	495	495	493	493	562	562	534				
% de humedad	17.1	17.1	17.9	17.9	18.2	18.2	18.8	18.8	17.8	17.8	19.1				
Promedio de Humedad (%)	17.1		17.9		18.2		18.8		17.8		19.1				
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				pulg	%		pulg	%		pulg	%				
9/09/2022	17.30	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0				
10/09/2022	17.30	24	78	0.031		114	0.045		245	0.096					
11/09/2022	17.30	48	115	0.045		248	0.098		380	0.150					
12/09/2022	17.30	72	245	0.096		356	0.140		415	0.163					
13/09/2022	17.30	96	327	0.129		456	0.180		489	0.193					
			4.43	total	2.91	4.57	total	3.92	4.57	total	4.21				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 4				MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 6			
				CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN				
mm.	pulg.		kg./cm.2	ect. Digit	Kg.f	kg./cm.2	%	ect. Digit	Kg.f	kg./cm.2	%	ect. Digit	Kg./cm.2	Kg.f	%
0.000	0.000	0'00"		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.640	0.025	0'30"		34.4	70	3.6		21.5	58	3.0		7.8	44	2.3	
1.270	0.050	1'00"		98.4	132	6.8		59.4	94	4.8		28.6	64	3.3	
1.910	0.075	1'30"		167.4	199	10.2		106.4	140	7.2		51.2	86	4.4	
2.540	0.100	2'00"	70.31	234.5	264	13.6	17.9	149.4	182	9.3	12.0	78.9	113	5.8	7.7
3.170	0.125	2'30"		278.5	307	15.8		171.2	203	10.4		100.3	134	6.9	
3.810	0.150	3'00"		306.6	334	17.2		198.5	229	11.8		112.5	146	7.5	
5.080	0.200	4'00"	105.46	370.5	397	20.4	19.6	234.6	264	13.6	13.0	139.1	172	8.8	8.1
7.620	0.300	6'00"		484.5	508	26.1		280	309	15.8		172.5	204	10.5	
10.160	0.400	8'00"		571.5	593	30.5		320.4	348	17.9		183.6	215	11.0	
12.700	0.500	10'00"		634.6	655	33.6		400.0	426	21.9		218.6	249	12.8	



CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES DE INGENIERÍA Y SERVICIOS

Arifredo L. Fernandez Ortega  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto  
Realizado por:  
Técnico Laboratorista

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES DE INGENIERÍA Y SERVICIOS

Ing. Victor Hugo Serrano  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
CIP 25401

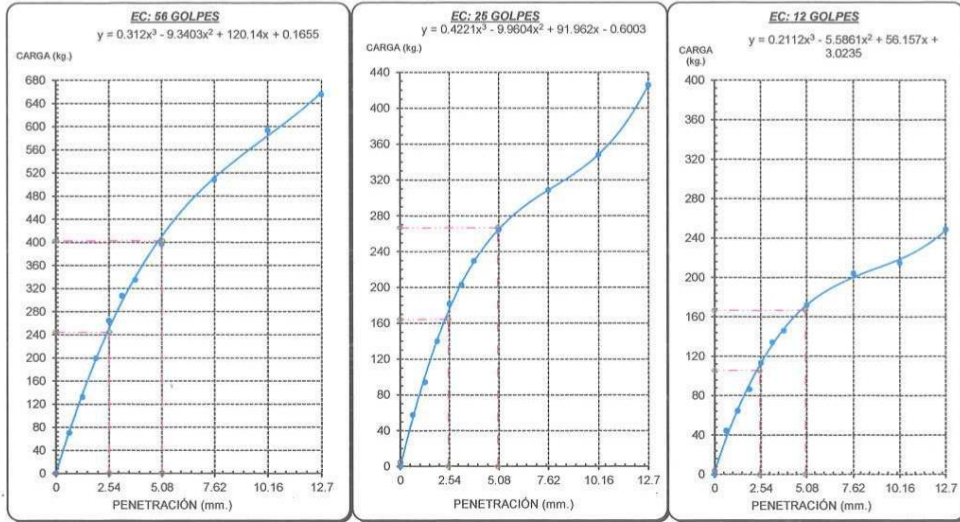
Revisado por:  
Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b> <b>NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000</b>		
	Elaborado por: JCCSP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** ESTABILIZACION DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022  
**SOLICITANTE:** BACHILLER, CHAYÑA PINEDA RENE HUGO  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de totora al 12%  
**MUESTRA:** CALICATA C-3

**TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 007 / M-7  
**APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**FECHA:** 09/09/2022

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**



**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.713 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.627 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.8 %

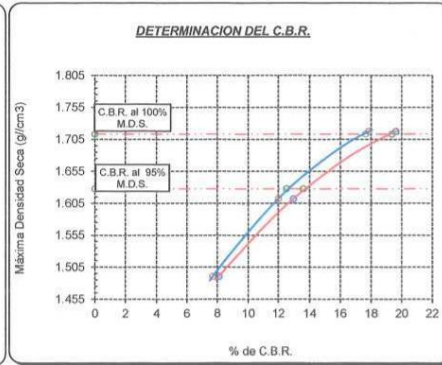
**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100% M.D.S.	17.7 %	19.3 %
C.B.R. AL 95% M.D.S.	12.5 %	13.6 %


**GRAFICO DEL PROCTOR**



**DETERMINACION DEL C.B.R.**





**OBSERVACIONES:**  
 1.- Muestra identificada y enviada por el solicitante.

  
**Arnullio L. Fernandez Ortega**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos  
 Realizado por:  
 Técnico Laboratorista

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES DE INGENIERÍA Y SERVICIOS

  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

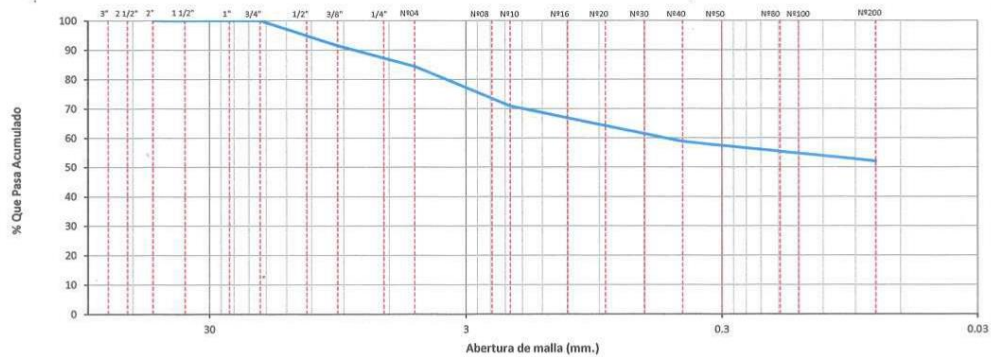
Revisado por:  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS</b>		
	<b>NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204</b>		
	Elaborado por: JCCP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022 **TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 007 / M-7  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO **APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de totora al 16% **FECHA:** 12/09/2022  
**MUESTRA:** CALICATA C-3

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(PULG)	(mm)					Mín.	Máx.	
3"	75.000							PESO TOTAL : 9237.5 g.
2 1/2"	63.000							PESO LAVADO : 4425.8 g.
2"	50.000							PESO DE FRACCIÓN FINA : 468.0 g.
1 1/2"	37.500							
1"	25.000							PESO HUMEDO : 10890.0 g.
3/4"	19.000							PESO SECO : 9237.5 g.
1/2"	12.500				100.0			PORCENT. HUMEDAD : 17.9 %
3/8"	9.500	789.0	8.5	8.5	91.5			
1/4"	6.300							% GRAVA : 15.6 %
Nº04	4.750	653.5	7.1	15.6	84.4			% ARENA : 32.3 %
Nº08	2.360							% PASANTE MALLA 200 : 52.1 %
Nº10	2.000	75.0	13.5	29.1	70.9			
Nº16	1.190							<b>CLASIFICACIÓN SUELO:</b>
Nº20	0.850							S.U.C.S. : ML
Nº30	0.600							AASHTO : A-4(4)
Nº40	0.425	67.4	12.2	41.3	58.7			DESCRIPCION DEL SUELO :
Nº50	0.300							Limo arenoso de baja plasticidad con grava
Nº80	0.177							
Nº100	0.150							
Nº200	0.075	36.7	6.6	47.9	52.1			
< Nº200	FONDO	288.9	52.1	100.0	0.0			

**CURVA GRANULOMETRICA**





**OBSERVACIONES:**

1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

**CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.**  
 ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
 Arnulfo L. Fernandez Ortega  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
 Realizado por:  
 Técnico Laboratorista

**CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.**  
 ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
 Ing. Víctor R. Quinteros Serrano  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 CIP 28021  
 Revisado por:  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO</b> <b>NORMA: ASTM D 2216 / MTC E 108</b>		
	Elaborado Por: JCCSP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** ESTABILIZACION DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022  
**TIPO/COD. MUESTRA/ SRT. - 007 / M-7**  
**APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO  
**FECHA:** 12/09/2022  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de totora al 16%  
**MUESTRA:** CALICATA C-3



DATOS DEL ENSAYO		M-01	M-02
A.- Peso de la muestra húmeda.	g.	10890.0	
B.- Peso de muestra seca	g.	9237.5	
C.- Peso del recipiente	g.	0.0	
D.- Contenido de humedad	%	17.9	
E.- Contenido de humedad (promedio)	%	17.9	

**OBSERVACIONES:**  
 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
 Arnulfo Fernández Ortega  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
 Realizado por:  
 Técnico Laboratorista

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
 Ing. Victoria Chacabusta Serrano  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 Revisado por:  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos



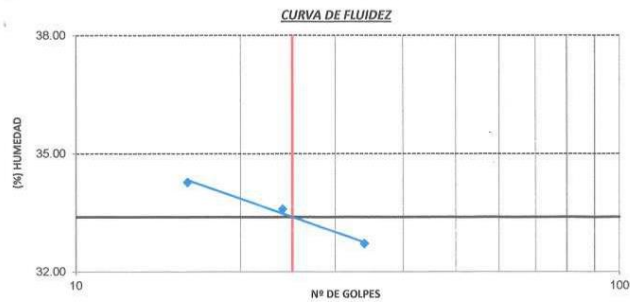
	<b>ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b> <b>NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111</b>		
	Elaborado por: JCCSP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022  
**TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 007 / M-7  
**APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO  
**FECHA:** 15/09/2022  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de totora al 16%  
**MUESTRA:** CALICATA C-3

DATOS DE ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	C-1	C-2	C-3	C-10	C-11
Nº de tarro					
Nº de golpes	34	24	16	---	---
Tarro + suelo húmedo	28.00	28.57	27.77	21.11	21.00
Tarro + suelo seco	23.98	24.58	23.49	19.60	19.38
Agua	4.02	3.99	4.28	1.51	1.62
Peso del tarro	11.69	12.70	11.00	13.40	12.70
Peso del suelo seco	12.29	11.88	12.49	6.20	6.68
Porcentaje de humedad	32.71	33.59	34.27	24.35	24.25

CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	33.0 %
Límite Plástico	24.0 %
Índice de Plasticidad (Malla Nº40)	9.0 %

**Notas:**  
- Ensayo efectuado al material pasante la malla Nº40



**OBSERVACIONES:**  
1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS



Arnoldo L. Fernandez Ordoñez  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto

Realizado por:  
Técnico Laboratorista

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

Ing. Victor W. Chacacota Serrano  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
CIP 259621

Revisado por:  
Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56000 pie-lb/pie3)</b>		
	<b>NORMA: ASTM D 1557 / MTC E 115</b>		
	Elaborado Por: JCCSP	Aprobado por: GT	

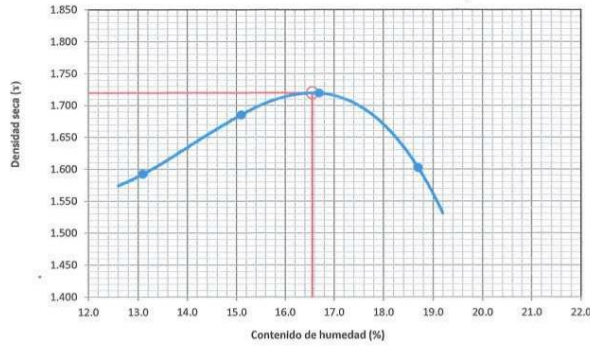
**TESIS:** ESTABILIZACION DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022 **TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 007 / M-7  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO **APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de totora al 16% **FECHA:** 16/09/2022  
**MUESTRA:** CALICATA C-3

DATOS DE LA COMPACTACIÓN		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	10069	10360	10503	10281
Peso del molde	g.	6258	6258	6258	6258
Peso del suelo húmedo compactado	g.	3811	4102	4245	4023
Volumen del molde	cm3	2116	2116	2116	2116
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.801	1.939	2.006	1.901

CONTENIDO DE HUMEDAD		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	761.0	734.3	771.0	714.1
Peso del suelo seco + tara	g.	672.9	637.9	660.5	601.4
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	88.1	96.4	110.5	112.7
Peso de suelo seco	g.	672.9	637.9	660.5	601.4
contenido de agua	%	13.1	15.1	16.7	18.7
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.592	1.685	1.719	1.602

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>1.719</b>	g/cm3
<b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>16.55</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



**OBSERVACIONES:**  
 1.- Método de Aplicación: C  
 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS



*Arturo L. Fernández*  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto

Realizado por:  
Técnico Laboratorista

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

*Ing. Victoria Quispe Serrano*  
Jefe de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto  
CIP: 293821

Revisado por:  
Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b> <b>NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000</b>		
	Elaborado por:	Aprobado por:	
	JCCSP	GT	

**TESIS:** ESTABILIZACION DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022 **TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 007 / M-7

**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO **APLICACIÓN:** SUBRASANTE

**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de totora al 16% **FECHA:** 16/09/2022

**MUESTRA:** CALICATA C-3

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	4				5				6					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	11429	11467	11109	11100	10905	10940								
Peso de molde (g)	7213	7213	7165	7165	7179	7179								
Peso del suelo húmedo (g)	4216	4254	3944	3935	3726	3761								
Volumen del molde (cc)	2115	2115	2122	2122	2123	2123								
Densidad húmeda (g/cc)	1.994	2.012	1.858	1.854	1.755	1.771								
% de humedad	16.4	17.7	17.9	18.4	18.4	20.2								
Densidad seca (g/cc)	1.713	1.709	1.576	1.566	1.482	1.474								
CONTENIDO DE HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )	533	533	635.6	635.6	587	587	587.2	587.2	656.0	656.0	641	641		
Tarro + Suelo seco ( gr. )	457.9	457.9	540.0	540.0	498	498	496.0	496	554	554	533.3	533.3		
Peso del Agua ( gr. )	75.1	75.1	95.6	95.6	89.0	89.0	91.2	91.2	102.0	102.0	107.7	107.7		
Peso del tarro ( gr. )														
Peso del suelo seco ( gr. )	458	458	540	540	498	498	496	496	554	554	533.3	533.3		
% de humedad	16.4	16.4	17.7	17.7	17.9	17.9	18.4	18.4	18.4	18.4	20.2	20.2		
Promedio de Humedad (%)	16.4		17.7		17.9		18.4		18.4		20.2			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				pulg	%		pulg	%		pulg	%			
16/09/2022	17.30	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0			
17/09/2022	17.30	24	60	0.024		108	0.043		256	0.101				
18/09/2022	17.30	48	89	0.035		132	0.052		390	0.154				
19/09/2022	17.30	72	234	0.092		378	0.149		416	0.164				
20/09/2022	17.30	96	299	0.118		503	0.198		498	0.196				
			4.43	total	2.66	4.57	total	4.33	4.57	total	4.29			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 4				MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 6			
			CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN				
mm.	pulg.	kg./cm.2	ect. Digit	Kg.f	kg./cm.2	%	ect. Digit	Kg.f	kg./cm.2	%	ect. Digit	Kg.f	kg./cm.2	%
0.000	0.000	0'00"	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
0.640	0.025	0'30"	34.1	70	3.6		23.5	60	3.1		8.6	45	2.3	
1.270	0.050	1'00"	102.5	136	7.0		61.3	96	4.9		32.1	68	3.5	
1.910	0.075	1'30"	171.2	203	10.4		108.5	142	7.3		55.4	90	4.6	
2.540	0.100	2'00"	239.4	269	13.8	17.9	155.7	188	9.6	12.0	80.3	115	5.9	7.7
3.170	0.125	2'30"	283.2	312	16.0		176.4	208	10.7		100.6	134	6.9	
3.810	0.150	3'00"	307.4	335	17.2		205.5	236	12.1		118.5	152	7.8	
5.080	0.200	4'00"	378.4	404	20.8	19.6	245.4	275	14.1	13.0	146.6	179	9.2	8.1
7.620	0.300	6'00"	494.2	518	26.6		289	317	16.3		179.4	211	10.8	
10.160	0.400	8'00"	579.5	601	30.9		325.0	352	18.1		189.4	220	11.3	
12.700	0.500	10'00"	645.9	666	34.2		405.6	431	22.1		234.7	264	13.6	

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS



Arnulfo L. Fernández Ortíz  
Técnico de Laboratorio

Realizado por:  
Técnico Laboratorista

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

Ing. Victoria M. de Sotomayor Serrano  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
CIP 252201

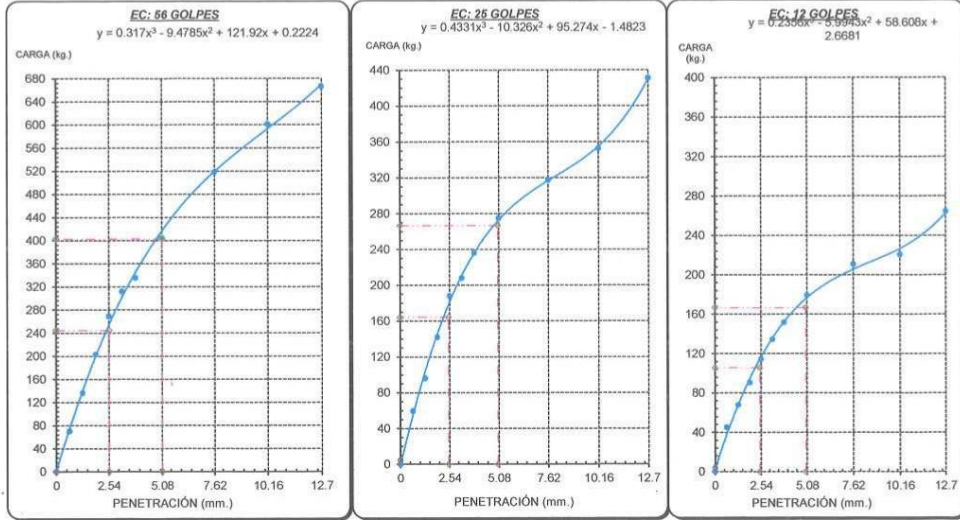
Revisado por:  
Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b> <b>NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000</b>		
	Elaborado por: JCCSP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** ESTABILIZACION DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON CENIZA DE TOTORA EN LA TROCHA CARROZABLE CCOTA - QUIPATA PUNO, 2022  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHAYÑA PINEDA RENE HUGO  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de totora al 16%  
**MUESTRA:** CALICATA C-3

**TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 007 / M-7  
**APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**FECHA:** 16/09/2022

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**



**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.719 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.633 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.6 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	18.1 %	19.9 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	14.6 %	15.9 %

**GRAFICO DEL PROCTOR**



**DETERMINACION DEL C.B.R.**



**OBSERVACIONES:**  
 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

Realizado por:  
 Técnico Laboratorista  
 Contrato y Asesoría

**CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.**  
 ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

Ing. Víctor Manuel Acosta Serrano  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Cemento y Asfalto  
 CIP 20021

Revisado por:  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 5422031

Expediente	: N° 0034-2022	Página 1 de 3				
Fecha de Emisión	: 2022-04-27					
<b>1. SOLICITANTE</b>	<b>: CORPORACION ACS CONSULTORES SAC</b>	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Gula para la Expresión de la incertidumbre en la medición. Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.				
DIRECCIÓN	: JR.BENJAMIN PACHECO VARGAS N-122. PUNO					
<b>2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</b>	<b>: Balanza Electrónica</b>	Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.				
Marca	: OHAUS					
Modelo	: NVL20000/1					
Número de Serie	: 8332326368					
Alcance de Indicación	: 20000 g					
División de Escala Real (d) /Resolución	: 1 g					
División de Verificación (e)	: 1 g					
Procedencia	: USA					
Identificación	: 007					
Tipo	: Electrónica					
Ubicación	: Campo (**)					
<b>3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN</b>		CALITEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.				
Fecha	: 2022-04-19					
Lugar	: Instalaciones del Cliente					
<b>4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b>	Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM INDECOPI, 3era edición Enero 2009.					
<b>5. CONDICIONES AMBIENTALES</b>						
Temperatura (°C)	<table border="1"><tr><td>Mínima</td><td>Máxima</td></tr><tr><td>13.5</td><td>13.2</td></tr></table>	Mínima	Máxima	13.5	13.2	
Mínima	Máxima					
13.5	13.2					
Humedad Relativa (%)	<table border="1"><tr><td>Mínima</td><td>Máxima</td></tr><tr><td>98</td><td>90</td></tr></table>	Mínima	Máxima	98	90	
Mínima	Máxima					
98	90					



Sello Laboratorio de Metrología

**CALITEST S.A.C.**

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE  
JEFF DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



FEI-07

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA  
Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com , certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com  
PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 5422031

Página 2 de 3

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa 5 kg (Exactitud M2)	0451-MPES-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa 10 kg (Exactitud M2)	0452-MPES-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa 20 kg (Exactitud M2)	0453-MPES-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa 1g a 1 kg (Exactitud M2)	0450-MPES-2022

7. OBSERVACIONES

(\*) Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponde a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003-2009.

8. RESULTADO DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD							
Temperatura (°C) Inicial / Final		25.9 / 25.7					
Medición N°	Carga L1 = 10000 g			Carga L2 = 20000 g			
	l (g)	Δ L (g)	E (g)	l (g)	Δ L (g)	E (g)	
1	10000	0.600	-0.100	20000	0.500	0.000	
2	10000	0.500	0.000	20000	0.600	-0.100	
3	10000	0.600	-0.100	20000	0.500	0.000	
4	10000	0.600	-0.100	20000	0.600	-0.100	
5	10000	0.600	-0.100	20000	0.600	-0.100	
6	10000	0.500	0.000	20000	0.500	0.000	
7	10000	0.600	-0.100	20000	0.500	0.000	
8	10000	0.500	0.000	20000	0.600	-0.100	
9	10000	0.600	-0.100	20000	0.600	-0.100	
10	10000	0.500	0.000	20000	0.500	0.000	
Diferencia Máxima			0.100				
Error máximo permitido			± 1.0	± 3.0			

Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE  
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC

JEFE GIANMARCO ANDRÉ  
MESTAS PIZANGO  
C.P. 756285  
JEFE DE LABORATORIO

FEI-07

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



**CALITEST  
S.A.C.**

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 5422031

Página 3 de 3

2	5
3	4

ENSAYO DE EXCENRICIDAD									
Temperatura (°C) Inicial / Final		25.6 / 25.3							
Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación de Error corregido				
	Carga Mínima* (g)	l (g)	Δ L (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	l (g)	Δ L (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1.0	1.00	0.500	0.000	6666.0	6666.0	0.500	0.000	0.000
2		1.00	0.600	-0.100		6666.0	0.600	-0.100	0.000
3		1.00	0.500	0.000		6666.0	0.500	0.000	0.000
4		1.00	0.600	-0.100		6666.0	0.600	-0.100	0.000
5		1.00	0.500	0.000		6666.0	0.500	0.000	0.000
(*) valor entre 0 y 10 e									
Error máximo permitido:									± 1.0

ENSAYO DE PESAJE										
Temperatura (°C) Inicial / Final		25.1 / 24.1								
Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp (***) (± g)	
	l (g)	Δ L (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	l (g)	Δ L (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)		
1	1	0.600	-0.100	0.000	1	0.600	-0.100	0.000	1.000	
5	5	0.500	0.000	0.100	5	0.500	0.000	0.100	1.000	
10	10	0.600	-0.100	0.000	10	0.600	-0.100	0.000	1.000	
15	15	0.500	0.000	0.100	15	0.600	-0.100	0.000	1.000	
25	25	0.600	-0.100	0.000	25	0.500	0.000	0.100	1.000	
50	50	0.500	0.000	0.100	50	0.600	-0.100	0.000	1.000	
100	100	0.600	-0.100	0.000	100	0.500	0.000	0.100	1.000	
250	250	0.500	0.000	0.100	250	0.600	-0.100	0.000	1.000	
500	500	0.600	-0.100	0.000	500	0.500	0.000	0.100	1.000	
1000	1000	0.500	0.000	0.100	1000	0.600	-0.100	0.000	1.000	
5000	5000	0.500	0.000	0.100	5000	0.500	0.000	0.100	1.000	
10000	10000	0.600	-0.100	0.000	10000	0.600	-0.100	0.000	3.000	
20000	20000	0.600	-0.100	0.000	20000	0.500	0.000	0.100	3.000	

(\*\*\*) error máximo permitido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida	=	$R \cdot 5.56E-03 \times R$
Incertidumbre Expandida	=	$2 \times (3.09E-05 \text{ mg}^2 + 5.15E-07 \times R^2)^{1/2}$
Donde el símbolo E-xx significa potencia de 10. Ejemplo E-03 = 10 <sup>-3</sup>		

l; R : Indicación de la balanza      E: Error encontrado      Ec: Error corregido  
Δ L: Carga Incrementada      Eo: Error en cero

Sello

Laboratorio de Metrología



**CALITEST S.A.C.**

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE  
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



FEI-07

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA  
Tel.: 562.8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0722010

Expediente	: N° 0034-2022	Página 1 de 3				
Fecha de Emisión	: 2022-04-27					
<b>1. SOLICITANTE</b>	<b>: CORPORACION ACS CONSULTORES SAC</b>	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición. Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.				
DIRECCIÓN	: JR.BENJAMIN PACHECO VARGAS N-122. PUNO					
<b>2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</b>	<b>: Balanza Electrónica</b>	Los resultados sólo están relacionados con los items calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.  CALITEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.				
Marca	: OHAUS					
Modelo	: SE602F					
Número de Serie	: B824537044					
Alcance de Indicación	: 600 g					
División de Escala Real (d) /Resolución	: 0.01 g					
División de Verificación (e)	: 1 g					
Procedencia	: USA					
Identificación	: No indica					
Tipo	: Electrónica					
Ubicación	: Campo (**)					
<b>3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN</b>						
Fecha	: 2022-04-20					
Lugar	: Instalaciones del Cliente					
<b>4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b>						
Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II, PC -011 del SNM-INDECOPI, 4ta edición Abril 2010.						
<b>5. CONDICIONES AMBIENTALES</b>						
	<table border="1"><tr><td>Minima</td><td>Máxima</td></tr><tr><td>20.7</td><td>19.5</td></tr></table>	Minima	Máxima	20.7	19.5	
Minima	Máxima					
20.7	19.5					
Temperatura (°C)						
Humedad Relativa (%)	<table border="1"><tr><td>33</td><td>30</td></tr></table>	33	30			
33	30					

Sello Laboratorio de Metrología

**CALITEST S.A.C.**

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE  
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGIA

CALITEST SAC  
Armando Junior Pizango Mozombite  
JEFE DE LABORATORIO

FEI-07 Rev00 Elaborado: PFSP Revisado: GAMP Aprobado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA  
Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com  
PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



**6. TRAZABILIDAD**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERU S.A.C.	Pesa 5 kg (Exactitud M2)	0451-MPES-2022
PESATEC PERU S.A.C.	Pesa 10 kg (Exactitud M2)	0452-MPES-2022
PESATEC PERU S.A.C.	Pesa 20 kg (Exactitud M2)	0453-MPES-2022
PESATEC PERU S.A.C.	Pesa 1g a 1 kg (Exactitud M2)	0450-MPES-2022

**7. OBSERVACIONES**

(\*) Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponde a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003-2009.

**8. RESULTADO DE MEDICIÓN**
**INSPECCION VISUAL**

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Temperatura (°C) Inicial / Final : 20.7 / 20.6							
Medición N°	Carga L1 = 300 g			Carga L2 = 600 g			
	l (g)	Δ L (g)	E (g)	l (g)	Δ L (g)	E (g)	
1	300	0.000	0.005	600	0.000	0.005	
2	300	0.000	0.005	600	0.000	0.005	
3	300	0.000	0.005	600	0.000	0.005	
4	300	0.000	0.005	600	0.000	0.005	
5	300	0.000	0.005	600	0.000	0.005	
6	300	0.000	0.005	600	0.000	0.005	
7	300	0.000	0.005	600	0.000	0.005	
8	300	0.000	0.005	600	0.000	0.005	
9	300	0.000	0.005	600	0.000	0.005	
10	300	0.000	0.005	600	0.000	0.005	
Diferencia Máxima			0.000			0.000	
Error máximo permitido	± 1.0			± 3.0			

Sello

Laboratorio de Metrología


**CALITEST S.A.C.**

 Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE  
 JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA

**CALITEST SAC**  
 Ing. GIANMARCO ANDRIE  
 MESTAS PIZANGO  
 CIP: 256285  
 JEFE DE LABORATORIO

FEI-07

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@caltestsac.com, certificados@caltestsac.com / Web: caltestsac.com

**PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO**



**CALITEST S.A.C.**

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0722010

Página 3 de 3

2	5
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD									
Temperatura (°C) Inicial / Final : 20.5 / 20.2									
Posición de la Carga	Carga Mínima * (g)	Determinación de Eo			Determinación de Error corregido				
		I (g)	Δ L (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	Δ L (g)	E (g)	Ec (g)
1	1.0	1.00	0.000	0.005	200.0	200.0	0.000	0.005	0.000
2		1.00	0.000	0.005		200.0	0.000	0.005	0.000
3		1.00	0.000	0.005		200.0	0.000	0.005	0.000
4		1.00	0.000	0.005		200.0	0.000	0.005	0.000
5		1.00	0.000	0.005		200.0	0.000	0.005	0.000
(*) valor entre 0 y 10 e									
Error máximo permitido: ± 1.0									

ENSAYO DE PESAJE										
Temperatura (°C) Inicial / Final : 19.4 / 19.5										
Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp (***) (± g)	
	I (g)	Δ L (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	Δ L (g)	E (g)	Ec (g)		
1	1.00	0.000	0.005						1.000	
10	9.99	0.000	-0.005	-0.010	10.00	0.000	0.005	0.000	1.000	
25	24.99	0.000	-0.005	-0.010	24.95	0.000	-0.045	-0.050	1.000	
50	50.00	0.000	0.005	0.000	50.00	0.000	0.005	0.000	1.000	
75	75.00	0.000	0.005	0.000	75.00	0.000	0.005	0.000	1.000	
100	99.99	0.000	-0.005	-0.010	98.99	0.000	-1.005	-1.010	1.000	
150	149.99	0.000	-0.005	-0.010	150.00	0.000	0.005	0.000	1.000	
200	199.99	0.000	-0.005	-0.010	198.99	0.000	-1.005	-1.010	1.000	
250	249.99	0.000	-0.005	-0.010	250.00	0.000	0.005	0.000	1.000	
300	299.99	0.000	-0.005	-0.010	299.95	0.000	-0.045	-0.050	1.000	
400	399.99	0.000	-0.005	-0.010	399.00	0.000	-0.995	-1.000	1.000	
500	499.99	0.000	-0.005	-0.010	499.98	0.000	-0.015	-0.020	3.000	
600	600.00	0.000	0.005	0.000	600.00	0.000	0.005	0.000	3.000	

(\*\*\*) error máximo permitido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida	=	$R - 1.67E-02 \times R$
Incertidumbre Expandida	=	$2 \times (2.78E-04 \text{ mg}^2 + 6.42E-08 \times R^2)^{1/2}$
Donde el símbolo E-xx significa potencia de 10. Ejemplo E-03 = 10 <sup>-3</sup>		

I, R: Indicación de la balanza      E: Error encontrado      Ec: Error corregido  
Δ L: Carga Incrementada      Eo: Error en cero



Laboratorio de Metrología

**CALITEST S.A.C.**

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE  
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA

CALITEST SAC  
ING. GIANMARCO ANDRÉ  
MESTAS PIZANGO  
CIP. 256285  
JEFE DE LABORATORIO

FEI-07      Rev00      Elaborado: PFSP      Revisado: GAMP      Aprobado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA  
Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com  
PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0422010

Expediente : N° 0034-2022 Página 1 de 3  
Fecha de Emisión : 2022-04-27

1. SOLICITANTE : CORPORACION ACS CONSULTORES SAC  
DIRECCIÓN : JR.BENJAMIN PACHECO VARGAS N-122. PUNO

El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : Horno de secado (Estufa)  
Marca : No indica  
Modelo : No indica  
Número de serie : 001  
Ventilación : Natural  
Indicador de temperatura : Digital  
Marca : Autonics  
Modelo : TCN4S  
Serie : No indica  
Temperatura de trabajo : 110 °C ± 5 °C  
Condición de calibración : Volumen interior parcialmente cargado (35%)  
Procedencia : No indica  
Identificación : No indica  
Ubicación : Campo (\*\*)

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

CALITEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN  
Fecha : 2022-04-20  
Lugar : Instalaciones del Cliente

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN  
- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20.7	19.5
Humedad Relativa (%)	33	30

6. TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
TOTAL WEIGHT	TERMOMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL	CT-0067-2021
JMR EQUIPOS S.A.C. (METROIL)	FLEXÓMETRO	JMR-1269-2021

7. OBSERVACIONES

- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE  
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



FEI-04

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprovado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA  
Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com  
PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

8. RESULTADO DE MEDICIÓN

TABLA N° 01

Tiempo (min)	Pirómetro (°C)	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA (°C)										T° Prom. (°C)	Tmax - Tmin (°C)
		Nivel Inferior					Nivel Superior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110.0	109.6	109.6	109.3	109.4	109.5	109.5	109.2	108.9	109.1	108.9	109.3	0.7
2	110.0	109.5	108.8	108.8	109.5	109.4	109.3	109.4	109.5	109.6	108.9	109.3	0.8
4	110.0	109.1	109.2	108.8	109.4	109.1	108.9	109.5	109.2	109.3	108.8	109.1	0.7
6	110.0	108.7	109.3	109.1	109.5	108.7	108.9	109.3	109.2	109.7	109.4	109.2	1.0
8	110.0	109.0	109.7	109.0	109.7	109.7	109.1	108.8	109.5	109.5	108.8	109.3	0.9
10	110.0	109.6	108.8	109.7	109.2	109.4	109.1	109.5	109.2	108.9	109.3	109.3	0.9
12	110.0	108.9	109.1	109.3	109.0	108.8	109.0	108.9	108.9	108.8	109.1	109.0	0.5
14	110.0	108.8	108.8	109.6	109.5	108.7	109.5	109.1	109.2	108.8	109.2	109.1	0.9
16	110.0	108.9	108.8	109.1	109.3	109.5	109.3	109.7	108.9	109.3	108.9	109.2	0.9
18	110.0	109.1	109.1	109.6	108.7	109.2	109.1	109.0	109.1	109.0	108.9	109.1	0.9
20	110.0	108.9	109.2	109.0	108.9	109.5	108.9	109.3	109.2	109.2	109.1	109.1	0.6
22	110.0	108.7	108.7	108.8	109.4	108.8	109.3	109.4	109.4	108.9	109.5	109.1	0.8
24	110.0	109.6	109.4	109.4	109.2	109.4	109.3	108.9	108.7	109.3	109.3	109.0	0.9
26	110.0	108.9	109.0	108.8	109.6	109.7	108.7	108.7	109.5	108.8	108.9	109.1	1.0
28	110.0	109.1	108.7	109.4	109.1	109.4	109.4	109.1	109.2	109.6	109.1	109.2	0.9
30	110.0	109.5	109.5	109.5	108.9	109.3	109.4	109.5	109.4	109.4	108.7	109.3	0.8
32	110.0	109.3	108.8	108.9	109.2	109.3	109.6	109.6	109.1	109.6	109.4	109.3	0.8
34	110.0	109.5	109.6	109.5	109.2	109.0	109.6	108.8	109.1	109.2	109.7	109.3	0.9
36	110.0	108.8	109.5	109.4	109.3	109.3	109.3	109.4	109.4	109.7	108.9	109.3	0.9
38	110.0	109.3	109.2	109.2	109.6	108.7	109.3	109.6	109.0	108.8	109.7	109.3	1.0
40	110.0	109.3	109.5	108.9	108.9	108.9	108.8	109.7	109.6	109.4	109.4	109.3	0.9
42	110.0	108.9	108.7	109.3	109.3	109.4	108.7	109.0	108.8	109.1	108.8	109.0	0.7
44	110.0	109.2	109.0	109.3	109.5	108.8	109.2	109.3	109.5	108.8	109.3	109.2	0.7
46	110.0	109.5	109.7	109.5	109.0	109.5	109.2	109.2	109.2	109.5	109.3	109.4	0.7
48	110.0	109.4	109.1	109.2	109.5	108.8	108.8	108.7	109.0	109.0	108.9	109.1	0.8
50	110.0	108.8	109.7	108.8	109.0	109.4	109.6	109.3	109.2	109.4	109.5	109.3	0.9
52	110.0	109.6	109.3	109.3	109.4	108.7	109.5	108.9	109.2	109.0	109.2	109.2	0.9
54	110.0	108.9	109.0	109.4	109.1	109.0	108.9	109.1	109.3	109.0	109.3	109.1	0.5
56	110.0	109.1	108.9	109.3	109.7	108.8	109.6	109.0	109.1	109.4	109.1	109.2	0.9
58	110.0	109.3	109.6	108.9	109.6	108.7	109.1	108.8	109.3	108.8	109.6	109.2	0.9
60	110.0	109.5	109.3	109.6	109.0	109.2	108.9	108.8	108.9	108.8	109.3	109.1	0.8
T. PROM.	110.0	109.2	109.2	109.2	109.3	109.2	109.2	109.2	109.2	109.2	109.2	109.2	
T. MAX.	110.0	109.6	109.7	109.7	109.7	109.7	109.7	109.6	109.7	109.6	109.7	109.7	
T. MIN.	110.0	108.7	108.7	108.8	108.7	108.7	108.7	108.7	108.7	108.8	108.7		
DTT	0.0	0.9	1.0	0.9	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0		

NOMENCLATURA

- T. PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T. Prom. : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
- T. MAX : Temperatura máxima.
- T. MIN : Temperatura mínima.
- DTT : Desviación de temperatura en el tiempo.



Laboratorio de Metrología

**CALITEST S.A.C.**

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE  
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST S.A.C.  
Ing. GIANMARCO ANDRE  
MESTAS PIZANGO  
/CIP: 256285  
JEFE DE LABORATORIO

FEI-04

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA  
Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com , certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

## 8.1 RESULTADO TOTAL DE MEDICIÓN

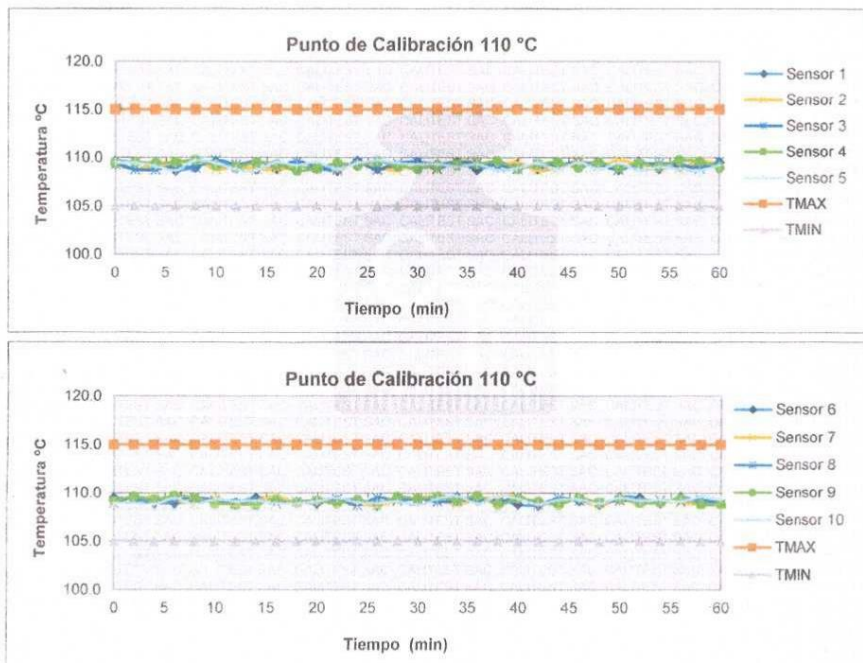
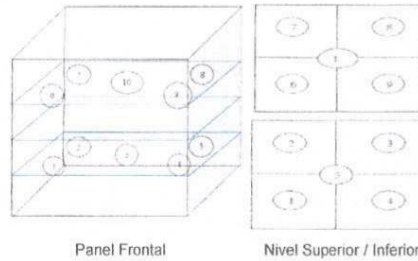
TABLA N° 02

Parámetro	Valor (°C)	U (°C)
Máxima Temperatura Medida	109.7	1.53
Mínima Temperatura Medida	108.7	1.53
DTT	1.0	0.08
DTE	0.1	0.23
Estabilidad Media (±)	0.5	0.04
Uniformidad Media	1.0	0.23

U = Incertidumbre Expandida

Se obtuvo multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura K=2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

GRÁFICA N° 01



Laboratorio de Metrología

**CALITEST S.A.C.**

 Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE  
 JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA

**CALITEST SAC**  
 Ing. GIANMARCO ANDRIE  
 MESTAS PIZANGO  
 CIP: 256285  
 JEFE DE LABORATORIO

FEI-04

Rev00

Elaborado:PFSP

Revisado:GAMP

Aprobado:AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

**PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO**



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 1822011

Expediente : N° 0034-2022 Página 1 de 2  
Fecha de Emisión : 2022-04-27

1. SOLICITANTE : CORPORACION ACS CONSULTORES SAC  
DIRECCIÓN : JR.BENJAMIN PACHECO VARGAS N-122. PUNO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : COPA CASAGRANDE - LÍMITE LÍQUIDO  
Marca : FORNEY  
Modelo : LA-3715  
Número de Serie : 57  
Mecanismo : Manual  
Ranurador : ASHTTO Bronce  
Contador : Análogo  
Procedencia : PERÚ  
Identificación : No indica  
Ubicación : Campo (\*\*)

LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN  
Fecha : 2022-04-20  
3. Lugar : Instalaciones del Cliente

El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

CALITEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración de efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta. Ed. , "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL y la Norma del MTC 110.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20.7	19.5
Humedad Relativa (%)	33	30

6. TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
METROSYSTEMS	Vernier (Pie de rey)	MS-0075-2022

7. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE  
JEFF DE LABORATORIO DE METROLOGIA



CALITEST SAC

Mg. GIANMARCO ANDRÉ  
MESTAS PIZANGO  
CIP 256285  
JEFE DE LABORATORIO

FEI-18

Rev00

Elaborado:PFSP

Revisado:GAMP

Aprovado:AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@caltestsac.com , certificados@caltestsac.com / Web: caltestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

8. RESULTADO DE MEDICIÓN

Dimensiones	Aparato de Limite Líquido							Ranurador		
	Conjunto de la Cazuela			Base				Extremo Curvado		
	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c
Descripción	Radio de la Copa	Espesor de la Copa	Profundidad de la Copa	Copa desde la guía del elevador hasta la base	Espesor	Largo	Ancho	Espesor	Borde Cortante	Ancho
Métrico, mm	54	2.0	27	47	50	150	125	10.0	2.0	13.5
Tolerancia, mm	2	0.1	1	1.5	5	5	5	0.1	0.1	0.1
Inglés, pulg.	2.13	0.079	1.063	1.850	1.97	5.90	4.92	0.394	0.079	0.531
Tolerancia, pulg.	0.08	0.004	0.4	0.6	0.2	0.2	0.2	0.004	0.004	0.004

	Dato Promedio (mm)	Tolerancia (mm)	Resultados
<b>Cazuela</b>			
Espesor	2.01	± 0.1	OK
Profundidad	26.63	± 1	OK
<b>Base</b>			
Guía del elevador	46.25	± 1.5	OK
Espesor	50.84	± 5	OK
Largo	150.45	± 5	OK
Ancho	124.68	± 5	OK
Huella	6.40	< 13	OK
<b>Ranurador de Acero</b>			
Cuadrado Calibrador	10.01	± 0.2	OK
Espesor	10.01	± 0.1	OK
Borde Cortante	2.01	± 0.1	OK
Ancho	13.5	± 0.1	OK



Laboratorio de Metrología

**CALITEST S.A.C.**

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE  
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprovado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA  
Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0222004

Expediente : N° 0034-2022  
Fecha de Emisión : 2022-04-27  
Página 1 de 2

1. SOLICITANTE : CORPORACION ACS CONSULTORES SAC  
DIRECCIÓN : JR.BENJAMIN PACHECO VARGAS N-122. PUNO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : Prensa CBR con Sistema Digital

Prensa  
Marca : No indica  
Modelo : No indica  
Número de Serie : 002/F6 00332

Celda de Carga  
Marca : MAVIN  
Modelo : No indica  
Número de Serie : F6 00332  
Capacidad : 5T

Indicador digital  
Marca : Precisa  
Modelo : No indica  
Número de Serie : No indica  
Unidad : kg

Procedencia : PERÚ  
Identificación : No indica  
Ubicación : Campo (\*\*)

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN  
Fecha : 2022-04-19  
Lugar : Instalaciones del Cliente

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN  
El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-01 y la Norma NTP ISO/IEC 17025:2017, Se aplicaron tres series de carga a la celda mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20.7	19.5
Humedad Relativa (%)	33	30

El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

CALITEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Sello Laboratorio de Metrología



**CALITEST S.A.C.**

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE  
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



Ing. GIAN MARCO ANDHE  
MESTAS PIZANGO  
CIP: 256285  
JEFE DE LABORATORIO

FEI-02 Rev00 Elaborado:PFSP Revisado:GAMP Aprobado:AJPM



6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Pontificia Universidad Católica del Perú	Celda de Carga 5 TN	L0221081

7. OBSERVACIONES

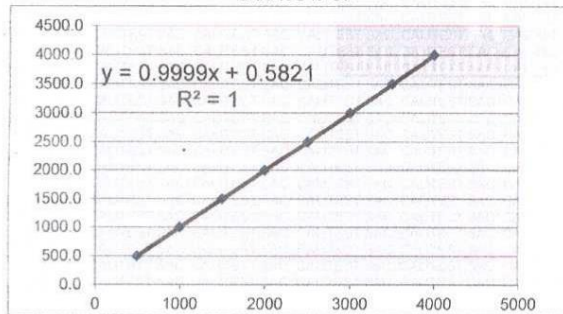
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

8. RESULTADO DE MEDICIÓN

TABLA N° 01

SISTEMA DIGITAL "A" kg	SERIES DE VERIFICACIÓN				PROMEDIO "B" kg	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	Serie (1) kg	Serie (2) kg	Error (1) %	Error (2) %			
500	500.0	501.3	0	0.26	500.7	0.13	0.2
1000	1000.0	1000.9	0	0.09	1000.5	0.05	0.1
1500	1500.0	1500.9	0	0.06	1500.5	0.03	0.0
2000	2000.0	2000.4	0	0.02	2000.2	0.01	0.0
2500	2500.0	2499.8	0	-0.01	2499.9	0.00	0.0
3000	3000.0	3000.0	0	0	3000.0	0.0000	0.0
3500	3500.0	3500.2	0	0.01	3500.1	0.0029	0.0
4000	4000.0	4000.5	0	0.01	4000.3	0.006	0.0

GRAFICO N° 01



NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ASTM E4-01.
- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$   
 $Rp = Error(2) - Error(1)$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el  $\pm 1.0 \%$ .

Coefficiente Correlación:  
 $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste:  
 $y = 0.9999x + 0.5821$   
 x : Lectura de la pantalla (kg)  
 y : Fuerza promedio (kg)



Laboratorio de Metrología

CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE  
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



FEI-02

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



<b>FOTOGRAFIA: 01</b>	<b>FECHA:</b> 15-07-2022
<b>DESCRIPCION:</b>	TOTORA EN ESTADO NATURAL



<b>FOTOGRAFIA: 02</b>	<b>FECHA:</b> 18-07-2022
<b>DESCRIPCION:</b>	SECADO DE TOTORA



<b>FOTOGRAFIA: 03</b>	<b>FECHA:</b> 25-07-2022
<b>DESCRIPCION:</b>	QUEMADO DE TOTORA



<b>FOTOGRAFIA: 04</b>	<b>FECHA:</b> 19-07-2022
<b>DESCRIPCION:</b>	EXCAVACION DE CALICATAS



<b>FOTOGRAFIA: 05</b>	<b>FECHA:</b>	19-07-2022
<b>DESCRIPCION:</b>	EXCAVACION DE CALICATAS	



<b>FOTOGRAFIA: 06</b>	<b>FECHA:</b>	19-07-2022
<b>DESCRIPCION:</b>	EXCAVACION DE CALICATAS	



<b>FOTOGRAFIA: 07</b>	<b>FECHA:</b> 21-07-2022
<b>DESCRIPCION:</b>	TRASLADO DE MUESTRA AL LABORATORIO



<b>FOTOGRAFIA: 08</b>	<b>FECHA:</b> 22-07-2022
<b>DESCRIPCION:</b>	ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO



<b>FOTOGRAFIA: 09</b>	<b>FECHA:</b>	22-07-2022
<b>DESCRIPCION:</b>	ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO	



<b>FOTOGRAFIA: 10</b>	<b>FECHA:</b>	26-07-2022
<b>DESCRIPCION:</b>	ENSAYO DE LIMITE DE CONSISTENCIA	



<b>FOTOGRAFIA:</b> 11	<b>FECHA:</b> 26-07-2022
<b>DESCRIPCION:</b>	ENSAYO DE LIMITE DE CONSISTENCIA



<b>FOTOGRAFIA:</b> 12	<b>FECHA:</b> 26-07-2022
<b>DESCRIPCION:</b>	ENSAYO DE LIMITE DE CONSISTENCIA



<b>FOTOGRAFIA:</b> 13	<b>FECHA:</b> 27-07-2022
<b>DESCRIPCION:</b>	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO



<b>FOTOGRAFIA:</b> 14	<b>FECHA:</b> 27-07-2022
<b>DESCRIPCION:</b>	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO





<b>FOTOGRAFIA: 15</b>	<b>FECHA:</b> 27-07-2022
<b>DESCRIPCION:</b>	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO



<b>FOTOGRAFIA: 16</b>	<b>FECHA:</b> 30-07-2022
<b>DESCRIPCION:</b>	ENSAYO DE CBR



<b>FOTOGRAFIA: 17</b>	<b>FECHA:</b> 30-07-2022
<b>DESCRIPCION:</b>	ENSAYO DE CBR



<b>FOTOGRAFIA: 18</b>	<b>FECHA:</b> 30-07-2022
<b>DESCRIPCION:</b>	ENSAYO DE CBR



<b>FOTOGRAFIA:</b> 18	<b>FECHA:</b> 03-08-2022
<b>DESCRIPCION:</b>	ENSAYO DE CBR



<b>FOTOGRAFIA:</b> 19	<b>FECHA:</b> 03-08-2022
<b>DESCRIPCION:</b>	ENSAYO DE CBR

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

### Estabilización de suelos a nivel de subrasante con ceniza de totora en la trocha carrozable Ccota-Quipata, Puno, 2022

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	METODOLOGIA
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipotesis General</b>	<b>Variable Independiente</b>			<b>TIPO DE INVESTIGACION:</b> Enfoque: <b>Cuantitativo</b> Tipo: <b>Aplicativo</b> Metodo: <b>Hipotetico Deductivo</b> Alcance: <b>Descriptivo, Inferencial</b>
¿Cómo repercute la incorporación de cenizas de totora en la estabilización de suelos de la sub rasante en la trocha carrozable Ccota – Quipata, Puno 2022?	Analizar la incorporación de cenizas de totora en la estabilización de suelos de la sub rasante en la trocha carrozable Ccota – Quipata, Puno 2022.	Con la incorporación de ceniza de totora se podrá establecer la estabilización de suelos de la sub rasante en la trocha carrozable Ccota – Quipata. Puno 2022.	CENIZA DE TOTORA (CT)	DOSIFICACION DE % DE CENIZA DE TOTORA	Subrasante + 4% CT Subrasante + 8% CT Subrasante + 12% CT Subrasante + 16% CT	<b>DISEÑO DE INVESTIGACION:</b> <b>Cuasi experimental</b> (VI) manipulado por el investigador
<b>Problemas Especificos</b>	<b>Objetivos Especificos</b>	<b>Hipotesis Especificas</b>	<b>Variable Dependiente</b>			<b>POBLACION Y MUESTRA:</b> Poblacion: <b>Trocha carrozable Ccota Quipata, 2,750 Km.</b> Muestra: <b>Muestreo no probabilistico, 3 calicatas.</b>
¿Cómo repercute la incorporación de cenizas de totora en las propiedades físicas de la sub rasante de la trocha carrozable Ccota – Quipata, Puno 2022?	Analizar la incorporación de cenizas de totora en las propiedades físicas de la sub rasante de la trocha carrozable Ccota – Quipata. Puno 2022.	La incorporación de ceniza de totora ayudara a fortalecer las propiedades físicas de la sub rasante de la trocha carrozable Ccota – Quipata. Puno 2022.	ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE	PROPIEDADES FISICO, MECANICAS	Límite líquido (%)	<b>TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS:</b> Análisis documental, Observacion directa y Ensayos de laboratorio.
¿Cómo repercute la incorporación de ceniza de totora en las propiedades mecánicas de la sub rasante de la trocha carrozable Ccota – Quipata, Puno 2022?	Analizar la incorporación de ceniza de totora en las propiedades mecánicas de la sub rasante de la trocha carrozable Ccota – Quipata. Puno 2022.	La incorporación de ceniza de totora ayudara a fortalecer las propiedades mecánicas de la sub rasante de la trocha carrozable Ccota – Quipata. Puno 2022.			Límite plástico (%)	
¿Cómo repercute el costo la aplicación de cenizas de totora en la estabilización de suelos de la subrasante de la trocha carrozable Ccota – Quipata, Puno 2022?	Analizar el costo de la aplicación de cenizas de totora en la estabilización de suelos de la subrasante de la trocha carrozable Ccota – Quipata. Puno 2022.	El costo de la aplicación de ceniza de totora en la estabilización de suelos de la subrasante será beneficioso para la trocha carrozable Ccota – Quipata. Puno 2022.			Índice de plasticidad (%)	
					Clasificación de suelo (SUCS y AASHTO)	
					Óptimo contenido de humedad (%)	<b>INSTRUMENTOS:</b> Fichas de Observacion y Fichas de Analisis.
					Máxima densidad seca (g/cm3)	
					Capacidad portante (%)	



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, BENAVENTE LEON CHRISTHIAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Análisis del uso de ceniza de totora en la estabilización de la subrasante en la trocha carrozable Ccota-Quipata, Puno, 2022", cuyo autor es CHAYÑA PINEDA RENE HUGO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 17 de Noviembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
BENAVENTE LEON CHRISTHIAN <b>DNI:</b> 72228127 <b>ORCID:</b> 0000-0003-2416-4301	Firmado electrónicamente por: CBLEON el 21-11- 2022 11:37:15

Código documento Trilce: TRI - 0443367